

BÁNYÁSZATI  
ÉS KOHÁSZATI LAPOK



# BÁNYÁSZAT

---

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA  
ALAPÍTOTTA PÉCH ANTAL 1868-BAN

---



Bauxitvizsgálatok

A IV. Szent György-napi Bauxit Találkozó előadásai

**2008/6K** szám

**141.**  
évfolyam

A szerkesztőség címe:

**Postacím: Tapolca – Pf. 17 – 8301**

**Felelős szerkesztő:**

Podányi Tibor

(tel.: 30-2955-718)

e-mail: [bk.banyaszat@t-online.hu](mailto:bk.banyaszat@t-online.hu)

**A szerkesztő bizottság tagjai:**

Bagdy István (szerkesztő)  
dr. Csaba József (olvasó szerkesztő)

dr. Gagy Pálffy András  
(hírszerkesztő)

Kovács Béla (szerkesztő)

Bariczáné Szabó Szilvia

Bircher Erzsébet

dr. Dovrtel Gusztáv

Erdélyi Attila

dr. Földessy János

Gyórfi Géza

dr. Horn János

Jankovics Bálint

Kárpáti Erika

Livo László

Lois László

Mara Márta-Éva

dr. Mizser János

Sóki Imre

dr. Sümegi István

dr. Szabó Imre

Szilágyi Gábor

dr. Turza István

Vajda István

**Kiadja:**

Országos Magyar Bányászati

és Kohászati Egyesület

Budapest, II., Fő utca 68.

Telefon/fax: 1-201-7337

[www.ombkenet.hu](http://www.ombkenet.hu)

**Felelős kiadó:** dr. Tólnay Lajos

**Nyomdai előkészítés:**

Vorákné Szecei Mónika

**Nyomda:**

Press+Print Nyomda, Kiskunlacháza

Belső tájékoztatásra, kereskedelmi  
forgalomba nem kerül

**HU ISSN 0522-3512**

## TARTALOM

<b>TÓTH ÁLMOS:</b> IV. Szt. György-napi Bauxit Találkozó .....	1
<i>The 4th St. George-day's Bauxite Meeting</i>	
<b>HAAS JÁNOS:</b> Köszöntő – <i>Opening address</i> .....	2
<b>FODOR JÓZSEFNÉ:</b> A bauxit minőségének meghatározása a bányászat gyakorlatában .....	3
<i>Quality determination of the exploited bauxite in the mining practice</i>	
<b>BARTHA ANDRÁS:</b> Dél-vietnami Bauxitkutató Expedíció – Vegyészcsoporth a Than Rai expedícióban .....	8
<i>Bauxite exploring expedition in South-Vietnam – Chemist group in the Than Rai Expedition</i>	
<b>BARTHA ANDRÁS, BERTALAN ÉVA, NGUYEN VAN DINH, NGUYEN THI HIEP, HA DUC HUNG:</b> Együttműködés a MÁFI és a Dél-vietnami Geológiai Térképező Osztály laboratóriumai között – bauxit és egyéb kőzetminták fő- és nyomelemeinek meghatározására .....	13
<i>Cooperation between the Geological Institute of Hungary and the South-Vietnam Geological Mapping Division in the analysis of major components and trace elements</i>	
<b>BALOGH IVÁN:</b> Bauxitminőség-meghatározás geofizikai módszerekkel .....	18
<i>Quality determination of bauxite by geophysical methods</i>	
<b>KNAUERNÉ GELLAI MÁRIA, TÓTH KÁLMÁN:</b> Bauxitföldtani vizsgálatok az államilag szervezett bauxitkutatásban .....	26
<i>Geological investigations in the state organised bauxite exploration</i>	
<b>FÖLDVÁRI MÁRIA:</b> Bauxit anyagvizsgálatok a Magyar Állami Földtani Intézetben .....	33
<i>Investigations of bauxites in the Geological Institute of Hungary</i>	
<b>PINTÉRNÉ CSORDÁS ANNA, CSANÁDY ANDRÁS-NÉ:</b> Visszatekintés a Fémipari Kutató Intézetben és az ALUTERV-FKI-ban elektron- sugaras módszerekkel végzett bauxitkutatásokra .....	38
<i>Retrospection to the bauxite examinations performed by electron- beam methods in the Metallurgical Research Institution</i>	
<b>BÁNVÖLGYI GYÖRGY, PINTÉRNÉ CSORDÁS ANNA:</b> A kovasavtalanítási termék „in situ” keletkezése .....	44
<i>In situ formation of pre-desilication product</i>	
<b>BOGNÁR LÁSZLÓ:</b> Az ELTE Ásványtani Tanszéke bauxitvizsgálatokkal kapcsolatos tevékenységének vázlatos áttekintése .....	49
<i>Short overview of bauxite examinations in the Department of Mineralogy of Eötvös University</i>	
<b>VÖRÖS ISTVÁN:</b> Néhány módszer a mikromineralógiai minta- előkészítési és értékelési technikában .....	51
<i>Technical aspects of micro-mineralogical investigations – preparation, evaluation of samples</i>	
<b>TÓTH ÁLMOS:</b> A magyar bauxit anyagvizsgálat-történet korai időszaka (1863-1946) .....	53
<i>The early period (1863-1946) of Hungarian bauxite investigations – historical overview</i>	
<b>Felhívás</b> .....	64
A lapszám a Magyar Bányászati és Földtani Hivatal támogatásával jelent meg. A lapszámot szerkesztette: Tóth Álmos	
<b>Megjelenik 2008. december 15.</b>	

## IV. Szent György-napi Bauxit Találkozó, 2008. április 24., Székesfehérvár

A Bányászati és Kohászati Lapok Bányászat jelen száma – mely a Magyar Bányászati és Földtani Hivatal támogatásával jelenik meg – a *IV. Szent György-napi Bauxit Találkozón elhangzott előadások* szerkesztett változatát tartalmazza. A többek által már hagyományosnak nevezett találkozó 2008. április 24-én, György napon az Országos Műszaki Múzeum Alumíniumipari Múzeuma, a Magyarhoni Földtani Társulat Tudománytörténeti Szakosztálya és az OMBKE Székesfehérvári Szervezete gondozásában lett megtartva. Elmondhatjuk, hogy – a korábbiakhoz hasonlóan – e rendezvény is sikeres volt. Ez nemcsak a résztvevők létszámára (50-60 fő), de a bemutatott előadások sokszínűségére és színvonalára is igaz.

A rendezvényt személyesen üdvözölte Szabados Gábor, a Magyar Bányászati és Földtani Hivatal elnöke, Haas János, az MTA doktora, a Magyarhoni Földtani Társulat elnöke. Bertáné dr. Varga Judit, az Országos Műszaki Múzeum főigazgatója nevében Szunyogh Gábor üdvözölte rendezvényünket. Az ELTE-n végzett geológusok szinte mindegyikét bauxitföldtanra oktató Végh Sándorné emerita professzor üdvözlő szavait Mindszenty Andrea professzor tolmácsolta.

Most is a jelenlévők között üdvözölhattuk – névnapja alkalmából is – Bárdossy Györgyöt, az MTA rendes tagját.

Emlékeztünk az örök bauxitmezőkre távozottakra: Kerényi Bélára, Fazekas Jánosra, Hámos Gézára, Károly Gyulára. Mindszenty Andrea a hajdani barát érzelmegazdag előadásában emlékezett a több mint negyedszázada elhunyt fiatal anyagvizsgáló geológusnak, Tóthné Gecse Évának gazdag, időtálló és sok tekintetben irányt

mutató munkásságára. Néhány hónappal a Találkozó után pedig Végh Sándorné hamvai előtt tisztelegtünk Budaörsön.

A korábbi hasonló célú és szervezésű rendezvények történetét a BKL Bányászat tavalyi 7. száma röviden bemutatta. A 2008. évi Találkozót – miként a korábbiakat is – szakmailag előkészítette, az előadókat „szereplésre” fölkérte jelen sorok írója. A téma a magyar bauxittörténet *anyagvizsgálati* vonulata volt. Természetesen e konferencia sem vállalkozhatott a rendkívül széles és mély téma teljességének bemutatására, de számos új és régi-új ismerettel gazdagodtunk.

Köszönet a fogadó intézmény vezetőjének, Kovács Istvánnénak a kiváló gondoskodásért. S köszönet az előadóknak-szerzőknek. Köszönet Szabados Gábornak, az MBFH elnökének, hogy a Hivatal támogatásával az előadások nyomtatásban is megjelenhetnek. Ugyancsak köszönet az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesületnek, hogy a megjelentetést szakmai lapjában vállalta. Elismerés a lap felelős szerkesztőjének, Podányi Tibornak türelmes, gondos munkájáért.

Elmondhatjuk most is, hogy a Találkozó szüneteiben s a nap végén élénk szakmai és magánéleti beszélgetések voltak. A résztvevők ezúttal is kimondták: *jövőre ugyanekkor, ugyanitt, ugyanígy*. Terveink szerint a következő találkozó nem lesz leszűkítve valamely témára, hanem kaleidoszkóp-szerű bemutatást tervezünk a még kevésbé szerepelt témákról, vagy épp az új eredményeket fölmutatni képes jelenről.

Budapest, 2008. november 26.

Jó szerencsét!

Tóth Álmos

## Tisztelt Olvasóink!

A tavalyihoz hasonlóan most is örömmel vállalkoztunk a Szent György-napi Bauxit Találkozó cikké formált előadásainak megjelentetésére. A speciális téma miatt ezt külön „füzetben”, a BKL Bányászat 2008/6. számának mellékleteként terveztük kiadni. A lelkiismeretes szervező-előkészítő munkának és a szerzők szorgalmának köszönhetően a kiadvány – mint láthatják – jóval túlnötte a melléklet kereteit. Önálló lapszámmá vált, sőt, a korlátos nyomdai kapacitás miatt még meg is előzi a 6. számot, így a Bányászat 2008/6K különszáma-ként adjuk közre. Kérjük, fogadják szeretettel!

A megjelenést lehetővé tévő támogatásért e helyről is köszönetünket fejezzük ki Szabados Gábornak, a Magyar Bányászati és Földtani Hivatal elnökének. Ugyancsak köszönetünket fejezzük ki Tóth Álmosnak, aki a szerzőkkel való közvetlen kapcsolattartáson, a kéziratok „begyűjtésén” túl a jelen lapszám összeállításában, szerkesztésében is tevékenyen részt vett.

Tapolca, 2008. november 26.

Podányi Tibor  
felelős szerkesztő

## A Magyarhoni Földtani Társulat elnökének, dr. Haas Jánosnak köszöntője

A magam, s a Magyarhoni Földtani Társulat elnöksége nevében üdvözlöm az immár hagyományos Szent György-napi Bauxit Találkozó résztvevőit. Külön köszöntöm a Györgyöket.

2008 két okból is ünnepi év a Magyarhoni Földtani Társulat életében. A földtannal foglalkozók számára ünnep, hogy ezt az évet az Egyesült Nemzetek Szervezete a Föld Bolygó Nemzetközi Événak nyilvánította. Ebben az évben ünnepeljük társulatunk megalapításának 160. évfordulóját is.

A Föld Éve kezdeményezés célja az, hogy a földtudományok jelentőségét, az emberiség előtt álló nagy problémák megoldásában játszott kiemelkedő szerepét be tudjuk mutatni a széles nagyközönségnek és mindekelőtt a fiatal generációknak. Az ezredforduló táján már világossá vált, hogy a növekvő létszámú emberiség lépten-nyomon beleütközik bolygónk természeti erőforrásainak korlátaiba (víz, talaj, energiahordozók, ásványi nyersanyagok stb.), találkozik a földi jelenségekkel kapcsolatos veszélyekkel (klímaszélsőségek, földrengések, katasztrofális áradások stb.). Egyre inkább bebizonyosodik, hogy az emberi faj csak akkor maradhat meg, ha mélyreható ismeretekkel rendelkezünk a Földről, ismerjük annak szféráit és az azokban végbe menő bonyolult, kölcsönhatásos természeti folyamatokat. A beható ismeretek nélkül történő beavatkozás szó szerint életveszélyes.

A hatások a Föld bolygó környezeti rendszeréhez kapcsolódnak, tehát valamilyen összefüggésben globálisak, de regionális hatásuk eltérő, specifikus és gyakran helyi problémaként jelennek meg, illetve helyi tényezők összeadódásából származnak. Másrészt a jelenségek széles időskálán játszódnak le, a Föld történetének évmilliókban mérhető történetében gyökereznek még akkor is, ha a jelenségek egy része emberi mértékkel is gyors lefolyású lehet. Ennélfogva a jelenségek megismerése, megértése a földtudományok sajátos szemléletét, kutatási módszereit igényli, szükségessé teszi globális, regionális és lokális mérőrendszerek működtetését, adatbázisok kialakítását és a kutatási tapasztalatokon alapuló tudásbázis igénybevételét. Globális összefogás nélkül a problémák nem kezelhetők, de meg kell találni a globális hatások regionális specifikumait és lokalizálni kell mind a potenciális erőforrásokat, mind a veszélyforrásokat. A megismerés eszköze a kutatás, az ismeretek közzélése pedig az oktatás, képzés, a földtudományi kultúra széleskörű terjesztése.

A Társulat fő feladatának tekinti ezekben az években a Föld Évével kapcsolatos akciók, rendezvények szervezését, aktív támogatást. Ennek kapcsán ismét előtérbe került a Társulat ismeretterjesztő funkciója, amely mindig alapfeladata volt, de most nagyobb hangsúlyt nyert, ráadásul új módszerek, új közlési módok bevetését igényelte. A rokon földtudományi területek szakembereivel való együttgondolkodás vezetett el egy „tudományvásár” jellegű rendezvény, a „Földtudományos Forgatag” gondolatához, amit ez év tavaszán széleskörű összefogással a Természettudományi Múzeum épületében rendeztünk meg. Természetesen a Föld Évéről szólt és annak vezértémáit tárgyalta a külföldön és itthon élő magyar geológusok idei találkozója, az ELTE épületében rendezett HUNGEO, valamint számos egyéb rendezvény, amelyek közül a nagy érdeklődés mellett megtartott I. Országos Középiskolai Földtudományi Diákkonferencia érdemel külön kiemelés.

Társulatunk fennállásának 160. évében megújult patinás folyóiratunk, a Földtani Közlöny. Immár nagyobb méretben, színes, képes fedőlappal jelenik meg, és a nemzetközi érdeklődésre számot tartó szakkikkek angolul, más közlemények pedig terjedelmesebb angol összefoglalóval jelennek meg.

Megújult, a korábbinál jóval több információt adóvá és interaktívává vált honlapunk ([www.foldtan.hu](http://www.foldtan.hu)). Az érdeklődők magyar és immár angol nyelven is tájékozódhatnak céljainkról, tevékenységeinkről, szervezeti felépítésünkről, programjainkról. Megismerhetik rendezvényeinket, terepbejárásainkat, tájékozódhatnak a szakosztályok és a területi szervezetek életéről. Honlapunkon át elérhető a Földtani Közlöny, és korábbi kiadványainkat is fokozatosan elérhetővé tesszük. Fokozatos, interaktív fejlesztéssel földtani tudásbázist, értelmező szótárt kívánunk létrehozni.

A Magyarhoni Földtani Társulat 160 éves története tele van megszívlelendő tanulságokkal. Hivatásukat szerető emberek szövetkeztek egykor, hogy felderítsék, és a társadalomnak megmutassák a Föld titkait, az ásványok, a kőzetek, az ősmaradványok varázslatos világát, hogy ismereteikkel a társadalom hasznára legyenek. A társadalmi környezet sokszor változott, a Társulat mindig azt kereste, hogyan teljesíthetné vállalt feladatait. A múltból okulva, a jelen feladatait számba véve, úgy szeretnénk helytállni a jövőben, ahogy ezt elődeink tették a maguk korában.



# A bauxit minőségének meghatározása a bányászat gyakorlatában

FODOR JÓZSEFNÉ okl. vegyész-mérnök, MAL Zrt. laboratórium, laboratóriumi és környezetvédelmi vezető (Ajka)

A MAL Zrt. és jogelődjei az 1940-es évektől kezdődően működtettek, működtet laboratóriumot az alumíniumipar különböző szegmensei részére történő analitikai vizsgálatokra. Az analitikai vizsgálatok sarkalatos pontja a kibányászott és a timföldgyártás területén felhasznált bauxit minőségének meghatározása. A MAL Zrt. Ajkai Laboratóriumában fellelhető korabeli dokumentumok és a napjainkban is használatos módszerek bemutatásával végigkövethető a bauxitvizsgálatok fejlődése a kezdetektől napjainkig.

A MAL Zrt. és jogelődjei az 1940-es évektől kezdődően működtettek, illetve napjainkban is működtet laboratóriumot az ajkai timföldgyár területén. A kezdetekben ez a laboratórium látta el a bauxitbányászat, bauxitkutatás analitikai igényét is.

A későbbiekben ugyan szétvált a bauxitbányászat, bauxitkutatás és a timföldgyártás folyamatainak, anyagainak ellenőrzése, de a használatos módszerek változtatása, továbbfejlesztése közös munkában mindegyik helyen, azonos módon történt. Vagyis a timföldgyári laboratóriumban alkalmazott módszerek mindenkori megegyeztek a bányászatban használatosakkal. Így a timföldgyári laboratórium módszereinek bemutatása, a fejlődés nyomon követése szemlélteti a bauxitbányászat gyakorlatát is.

Napjainkban Magyarországon csak a MAL Zrt. Ajkai Laboratóriuma foglalkozik rutinszerűen, napi gyakorisággal bauxitok vizsgálatával. A laboratórium a vizsgálatokra 1991. év óta folyamatosan akkreditált, és fő feladata a timföldgyártás alapanyagainak, termékeinek, melléktermékeinek, üzemviteli mintáinak és a timföldgyártással szorosan összefüggő környezetvédelmi mintáknak a vizsgálata.

Az összeállítás fő vonulatát a bauxit felhasználhatóságának megítélésé jelenteti (a bányászatban a fő hangsúly ezen alkotókra esett, a timföldgyártási gyakorlatban is csak az utóbbi évtizedekben vált fontossá a többi szennyező minél szélesebb körű ismerete).

A felhasznált dokumentumok az ajkai laboratórium irattárában találhatók meg, illetve a bemutatott képek a ma is használatos berendezésekről készültek.

## 1. A klasszikus analitikai módszerek változása, fejlődése 1949-től napjainkig

A klasszikus analitikai módszerek alapjait az irattárunkban is fellelhető, 1949-es komplett vizsgálati leírás jelentette, amely alapján a későbbi vizsgálati utasítások keletkeztek, illetve a Timföld-Alumíniumipar elemzési eljárásait összefoglaló későbbi kiadványok alapjának is számít. Az 1949-es összeállításban itt részletezett eljárások kiindulópontként szolgáltak a későbbi módszerfejlesztésekhez. A Gedeon Tihamér vezetésével, az iparági szakemberek hathatós munkájával összeállított leírásban az  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -tartalom meghatározása az úgynevezett „szennyező vizsgálat” módszerrel történt. Az  $\text{Al}_2\text{O}_3$  tartalmat különbségképzés eredményeként adták meg, amikor is a külön megmért izzítási veszteség,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$  koncentráció érték 100%-ból történő levonása szolgáltatja az  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -tartalmat. (ötalkotós módszer)

Az előzőekben részletezett módszert mutatja az 1. ábrán bemutatott oldal, míg a 2. ábra egy 1948-ból

Üsszcsoapadékmeghatározás előtt a platinatégelyben visszamaradt sárgás anyagot kb. 1 gr. Szelesztett káliumbiszulfáttal, vagy káliumpiroszulfáttal megolvasztunk, majd híg kénsavval feloldva a 1/2 literes lombikba szűrt bauxit-oldathoz adjuk.

Üsszcsoapadékmeghatározás. A jól szelesztett normál lombik tartalmából 200 cm<sup>3</sup>-t egy 500 cm<sup>3</sup>-es Griffin-üveg pohárba pipettázunk, majd hozzáadunk 25 cm<sup>3</sup> 20 %-os ammónitrátoldatot és felforraltva híg ammóniumhidroxiddal óvatosan leválasztjuk a vas-, alumínium-, titánhidroxidokat. A csapadékleválasztást óvatosan véghezvük és csak annyi ammóniát adunk az oldathoz, hogy annak szaga éppen gyöngén érezhető legyen. Leválasztás után a poharat a lángtól levesszük és kb. 10 perces pihentetés után 15 cm átmérőjű Schleicher-Schüll No. 589<sup>1</sup> fekete szallagos szűrőpapíron pohárba szűrjük. A poharat nem fontos alaposan kimosni, mert a csapadék lesmürése és háromszor meleg 2 %-os ammónitrátoldattal történt kimosás után a csapadékot visszamoszuk az eredeti pohárba, majd 5 cm<sup>3</sup> tömény sósavval a pohár oldalát körülmösva 200 cm<sup>3</sup> forró vizet adunk hozzá és melegítéssel feloldjuk. Azután ismét 25 cm<sup>3</sup> 20 %-os ammónitrátot öntve hozzá, forrón híg ammóniával a csapadékot óvatosan kevés ammóniafőléssel ismét leválasztjuk. Pihentetés után ugyanazon a szűrőpapíron át szűrjük, mint előbb. A csapadékot meleg 2 %-os ammónitrátoldattal, melybe 3-4 csepp ammóniumhidroxidot is öntöttünk, mossuk. A csapadékot kimosás után 110 C<sup>o</sup>-os szárítószekrénybe tesszük, kiszáritjuk, majd platinatégelyben és lehetőleg elektromos kemencében 1100 C<sup>o</sup>-on 40 percig izzítjuk. Ezután lehátva a csapadékot lemörjük. Biztonság kedvéért még egyszer 20 percig izzíthatjuk, hogy ilyen módon meggyőződünk arról, hogy az izzítás súlyállandóságig történt.

$$\text{Al}_2\text{O}_3 = \text{Üsszcsoapadék} \times 2.5 \times 100 - [\text{Fe}_2\text{O}_3\% + \text{TiO}_2\%]$$

Gyors bauxitelensés esetében az Üsszcsoapadék meghatározását elhagyjuk és az alumíniumoxidot az alábbi módon számítjuk:

$$\text{Al}_2\text{O}_3 = 100 - [\text{Fe}_2\text{O}_3\% + \text{SiO}_2\% + \text{TiO}_2\% + \text{izz.veszt.\%}]$$

1. ábra: 1949-ből származó bauxitvizsgálati leírás,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  meghatározás (részlet)

MAGYAR Bányászati és Kohászati Laboratórium

Főosztály 104-10-0000

Analízis száma:

1949. évi vizsgálatok 1. sz. gyűjteménye

570

A vizsgálati anyag megnevezése:

Bauxit minták elemzése

Elem	Mennyiség	Egyéb adatok	A vizsgálati eredmények										Megjegyzés
			Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	MnO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	
1. minta	500 mg		51.2	0.5	0.2	1.5	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	1. sz. minta
2. minta	500 mg		51.5	0.5	0.2	1.5	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	2. sz. minta
3. minta	500 mg		51.8	0.5	0.2	1.5	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	
4. minta	500 mg		52.0	0.5	0.2	1.5	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	
5. minta	500 mg		52.2	0.5	0.2	1.5	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	

2. ábra: Elemzési lap 1948-ból

származó elemzési lap másolata, amely vizsgálat már az említett összefoglaló munkában leírt módszerek felhasználásával készült.

Az 1949-es dokumentum már tartalmaz módszert az Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> összes csapadékból történő közvetett meghatározására is.

1952. évből már találunk dokumentumot, amely azt mutatja, hogy a főalkotók mellett a további szennyezőket is meghatározták. Ezek, többek között a bauxitok CaO-, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-, MgO-, MnO<sub>2</sub>-, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-tartalma, és az Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> koncentráció megadásánál ezeket a meghatározott értékeket is figyelembe vették.

A klasszikus analitikai módszerek továbbfejlődését, további alkotóelemek meghatározásának nyomtatott formában történő közreadását jelentette Zombory László 1955. évben kiadott kötetének megjelenése. A kötetben megjelentetett elemzési leírások részletesen megadják a bauxitok fő alkotóinak és szennyezőinek vizsgálati módszereit. Az Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> kiszámításánál az összes meghatározott szennyező koncentrációját figyelembe veszik.

Az Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> közvetett meghatározása a többi szennyező vizsgálati időigénye miatt lassú módszer. A lassúsága mellett a pontossága sem elégtette már ki az akkori követelményeket. Egyre több kísérletet folytattak a közvetlen alumínium-oxid meghatározásának kidolgozására. A gyorsabb és közvetlen meghatározás első módszere gravimetriás eljárás volt, az alumínium-oxidot a titán-dioxidtól és a vas-oxidtól elválasztva csapadék alakjában határozták meg.

A timföldgyári üzemviteli minták vizsgálatánál már az 1950-es évek végén, a '60-as évek elején alkalmazták a komplexometriás mérési módszereket az alumínát lúgok alumínium-oxid tartalmának meghatározására. A bauxitok korai vizsgálatánál a timföldgyártási folyamatot modellezve – a bauxit lúgos feltárásával – alumínatlúgot állítottak elő, és így vizsgálták annak alumínium-oxid tartalmát.

A 3. ábra az 1955-ös Zombory kötet egy oldalát mutatja.

Az elődök fejlesztőmunkájának köszönhetően az „Alumíniumipari elemzések” 1965. évi kiadása már a komplexometriás titrálás módszereit tartalmazza, és ezek a vizsgálati eljárások a '70-es években általánossá váltak. Az oxidcsapadékok leválasztási körülményeinek pontosításával megoldódott az alumínium-oxid szelektív elválasztása, a titrálás feltételeinek meghatározása pedig lehetővé tette a pontos, relatíve gyors elemzéseket.

A komplexometriás titrálás módszere vált az alapjává a bauxitvizsgálatok szabványosításának, illetve megteremtette a közben fejlődésnek induló műszeres vizsgálatok megfelelő minőségű bauxit standardokkal, beállító mintákkal való ellátásának lehetőségét. A '80-as évektől napjainkig használatos műszeres vizsgálatok elfogadhatóságának megítélésében a mai napig meghatározó jelentőségű.

## 2. Műszeres, gyors meghatározási módszerek

A '60-as, '70-es években felmerült az igény a megfelelő pontosságú, gyors, műszeres vizsgálatokra.

A bauxitok vizsgálata terén a műszeres módszerek két, jól elkülönülő csoportba oszthatók.

- Szilárd mintából történő analízis
  - Neutronaktivációs bauxit analízis
  - Gyors Ca-elemző
  - Röntgen spektrometria

**15. Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-tartalom meghatározása**

A szabvány előírása szerint az alumíniumoxid tartalmat *különbőségből* határozzuk meg, mégpedig:

- az oxidok együttes mennyiségéből;
- közvetett úton.

a) Az oxidok mennyiségéből oly módon határozzuk meg az Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-tartalmat, hogy a 6. pont szerint leválasztott hidroxidok kiizlítása után kapott összes oxidcsapadék mennyiségéből levonjuk a külön meghatározott oxidok %-os tartalmát.

$$\text{Al}_2\text{O}_3\% = \text{oxidok együttes mennyisége } \% - (\text{Fe}_2\text{O}_3\% + \text{TiO}_2\% + \text{Mn}_2\text{O}_4\% + \text{P}_2\text{O}_5\% + \text{V}_2\text{O}_5\% + \text{Cr}_2\text{O}_3\%)$$

b) Közvetett úton oly módon határozzuk meg – a szabvány szerint – az Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-tartalmat, hogy a bauxit teljes összetételét 100-nak véve, ez utóbbiból levonjuk az Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-on kívüli többi alkotórészeket.

$$\text{Al}_2\text{O}_3\% = 100 - (\text{Fe}_2\text{O}_3\% + \text{SiO}_2\% + \text{TiO}_2\% + \text{CaO}\% + \text{Cr}_2\text{O}_3\% + \text{MgO}\% + \text{V}_2\text{O}_5\% + \text{MnO}_2\% + \text{P}_2\text{O}_5\% + \text{izz. vesz. } \%)$$

Az Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-tartalom a szabványban előírt különbségi számítási eljárásokon kívül *közvetlenül* is meghatározható az alábbi módokon:

- Ha az Fe-t borkősavas oldatból mint szulfidot, a TiO<sub>2</sub>-ot pedig ezt követően kupferronos módszerrel határoztuk meg, úgy az utóbbi esetben kapott szüredékhez, amely kb. 700 ml lehet, 100 ml tömény NH<sub>4</sub>OH-ot adunk és felforraljuk. A finoman elosztott kén feloldódik. Az oldatot lehűtjük, 1000 ml-es mérőlombikba mossuk, és jelig feltöltjük. Ebből az oldatból 250 ml-t 400 ml-es főzőpohárban felforralunk, és 15 ml 5%-os alkoholos ortoosikinnolindatot adunk hozzá. Forrásig hevítjük, majd a kivált csapadékot, lehetőleg porcelán szűrőtégelyen leszűrjük (a jénai tengelyt az ammóniás oxinoldat megtámadja). Forró vízzel gondosan kimossuk és 130 C°-on állandó súlyig szárítjuk.

$$\text{Al}_2\text{O}_3\% = \frac{\text{csapadék g} \times 0,1107 \times 100}{\text{bemérés g}}$$

3. ábra: Alumínium-oxid meghatározás, 1955

- Oldatos műszeres vizsgálatok
  - Atomabszorpciós spektrometria (AAS)
  - Induktív csatolású plazma spektrometria (ICP)

#### a) Neutronaktivációs analízis

Az első neutronaktivációs bauxitelemző berendezést, mely  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$  gyors meghatározására volt alkalmazható, 1966-ban helyezték üzembe Ajkán.

A meghatározás és a berendezés megbízhatóságára jellemző, hogy a korai időkben 80%-ban  $\text{Al}_2\text{O}_3$  esetében 0,5%-nál,  $\text{SiO}_2$  esetében 0,25%-nál kisebb volt az eltérés. Az összehasonlítás a klasszikus analitikai módszerrel meghatározott értékekhez értendő. A mérőgörbe hitelesítéséhez a rendelkezésre álló módszerrel megvizsgált „etalon” mintákat alkalmazzák. Kísérleteket végeztek úgynevezett „szintetikus etalonokkal” is, de itt is, mint a későbbiekben más, nem oldatos módszereknél is, egyértelművé vált, hogy a bauxitot csak a hozzá hasonló ásványi szerkezetű bauxitból készült összehasonlítókkal lehet elfogadható pontossággal vizsgálni.

A neutronaktivációs bauxitelemzőt a későbbiekben sikerült olyan üzembiztossá és használhatóvá tenni, hogy a MAL Zrt. bányászati divíziójánál a kitermelt bauxit gyors, tájékoztató vizsgálatára jelenleg is neutronaktivációs berendezést alkalmaznak. A kitermelt és a timföldgyárba szállítandó bauxitok keverési arányát ezen vizsgálatok ismeretében határozzák meg. A 4. ábrán látható berendezés napjainkban is üzemel, és az egyes bányahelyeken kitermelt bauxitok előminősítését végzik a berendezéssel.

#### b) Gyors Ca-elemző berendezés

A 70-es évek elején nagyméretű üzemzavarok keletkeztek a timföldgyárakban. A kikeverő tartályok olyan mérvű habzását tapasztalták, amely már megakadályozta a termelést. A kísérletek azt mutatták, hogy a habzásért a bauxitok magasabb CaO-tartalma a felelős. Annak érdekében, hogy a bauxitok CaO-tartalmáról mielőbb információhoz jussanak, fejlesztették ki az 5. ábrán látható gyors Ca-elemzőt.



4. ábra: Neutronaktivációs bauxitelemző a bányában



5. ábra: Gyors Ca-elemző, 1970-es évek

A mérés elve: izotóppal gerjesztett XRF spektrometria.

A berendezés nem terjedt el az alumíniumiparban, feladatát más, komplexebben alkalmazható nagyműszerek vették át.

#### c) Röntgen spektrometria (XRF)

Az Ajkai Alumíniumkohó és Timföldgyárban a 70-es évek közepén beszerzésre került egy ARL 72000 XRF spektrométer. Több más elemzési feladat mellett (fémelemzés, timfödelemzés) a bauxitok napi rutinvizsgálata is a berendezés segítségével történt. Az elszámolás alapját képező parti minták vizsgálatát továbbra is a szabványos klasszikus módszer szerint végezték el.

A minta-előkészítési kísérletek során egyértelműen bebizonyosodott, hogy a bauxitok nem vizsgálhatók finomra porított minta préselésével. Az adott minták ásványtani tulajdonságai befolyásolták a kapott eredményeket. Még abban az esetben is nagy figyelmet kell fordítani a mérőgörbe felvételéhez használt minták kiválasztására, ha Li- vagy Na-tetraborát ömledéket használunk a méréseknél.

Természetesen az „etalon minták” előkészítése, a kapott eredmények jóságának megítélése továbbra is a klasszikus analitikai módszerekre épült, épül napjainkban is.

A módszer egyszerűsége, gyorsasága, annak pontossága és az XRF spektrometria azon tulajdonsága, hogy fő alkotók meghatározására is kiválóan alkalmas, az



6. ábra: ARL 72000 röntgen spektrométer, 1977



egész világon elterjedt eljárássá tette a bauxitok vizsgálatában. Röntgen diffraktométerrel kiegészítve az alumíniumipari komplexumok automata elemző berendezésévé vált.

Az ARL 72000 spektrométer a 90-es évek végéig működött. 2001-től egy kisebb, főleg a főalkotók meghatározására specializálódott berendezést használunk.

#### d) Atomabszorpciós spektrometria (AAS)

Az 1970-es években a magyar alumíniumipar laboratóriumaiban megjelentek az atomabszorpciós spektrométerek, a Fémipari Kutatóintézetben előrehaladott kísérleteket folytattak és javaslatot tettek a berendezés általánossá tételére az egész iparágban.

Alapvetően két megoldás született a minta-előkészítésre:

1.  $\text{SiO}_2$  gravimetriás meghatározása után a többi alkotó, szennyező AAS berendezéssel mérve. Ebben az esetben a savas oldás és a  $\text{SiO}_2$  gravimetriás meghatározása továbbra is időigényes feladat.

2.  $\text{SiO}_2$ -ot is AAS módszerrel mérték, a minta feltárása szóda-bórax keverékben történt.

A módszer jellemzőiről az Ajkán elvégzett kísérletek alapján – miután Ajkán már működött egy ilyen berendezés – a következő megállapítás született:



7. ábra: BRUKER S4 röntgen spektrométer, 2001

$\text{Al}_2\text{O}_3$  meghatározás esetében a kapott eredmények eltérése, a szabványos módszerrel összehasonlítva, meghaladja az elfogadható mértéket (0,5%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ).

Hátrányként merült fel, hogy egyszerre csak 1 elem meghatározása lehetséges. A későbbi kifejlesztésre került, több lámpás berendezések ugyan már adtak lehetőséget az automatikus, párhuzamos mérésekre is.

Az AAS módszer elsősorban híg oldatok vizsgálatára alkalmas, így a főalkotók vizsgálatánál a hiba lehetősége nagy.

A bauxitok szennyezőinek vizsgálatára viszont jól használható módszer. A néhány százalékban vagy az alatt jelen levő elemek meghatározására szabványosított eljárássá vált.

Ipari gyakorlatban  $\text{Al}_2\text{O}_3$  meghatározására nem terjedt el a módszer. Ennek az is oka lehetett, hogy abban



8. ábra: Atomabszorpciós spektrométer

az időben (1960-as évek vége) nem volt egyszerű az ilyen berendezések beszerzése. Csak „tőkés relációban” léteztek még akkor AAS berendezések. Ajkán az első műszer egy Perkin-Elmer AAS készülék volt, majd egy ZEISS berendezésen keresztül vezetett az út a VARIAN gyártmányú műszerig.

#### e) Induktív csatolású plazma spektrometria (ICP)

Az ARL 72000 XRF spektrométer meghibásodásakor már rendelkeztünk egy VARIAN ICP berendezéssel.

Az ICP spektrometriás módszer fő területe szintén a nyomszennyezők meghatározása, ezért alapvetően más minták vizsgálatára használjuk. Többek között a timföldek, hidrátok nyomszennyezőit, környezetvédelmi mintákat elemzünk a segítségével.

A röntgen spektrométer mellett a bauxitvizsgálatok tartálék berendezésének kiválóan alkalmas.

Az ajkai laboratóriumban használatos módszer:  $\text{SiO}_2$  meghatározása gravimetriásan történik. A feltárásnál kapott törzsoldatból pedig a kívánt alkotók ICP-vel kerülnek meghatározásra. A vizsgálati eredmények jóságának megítélésére egy klasszikus módszerrel elemzett minta párhuzamos mérése szolgál.

Összességében megállapítható, hogy az alkalmazott műszeres vizsgálatok alapja minden esetben a klasszikus analitika.



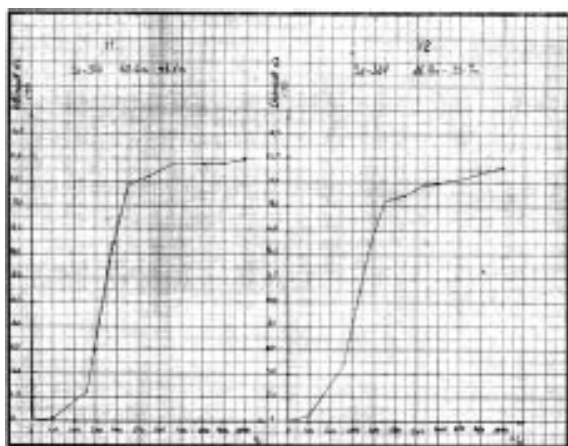
9. ábra: VARIAN LIBERTY ICP spektrométer, 1997



### 3. Bauxitok ásványos tulajdonságainak vizsgálata az iparban

- Termikus vizsgálatok
- Derivatográfias vizsgálatok
- Röntgen diffraktometria

Az 50-es években az ipari laboratóriumokban műszer hiányában a termikus görbék felvétele alapján próbálták következtetéseket levonni a bauxitok nem ki-mondottan kémiai tulajdonságairól.



10. ábra: Dehidratációs görbék 1956-ból



11. ábra: Derivatográf

**FODOR JÓZSEFNÉ** 1978-ban szerzett vegyészmérnöki diplomát a Veszprémi Vegyipari Egyetem nehézvegyipari szakán, a szerves kémiai technológia ágazaton. 1984-ben műszeres analitikai, 2002-ben környezetvédelmi analitikai szakmérnöki oklevelet szerzett. Végzés után az Ajkai Timföldgyár és Alumíniumkohó laboratóriumában kezdett dolgozni, és napjainkig az alumíniumiparhoz kapcsolódó analitika a területe. A labor a klasszikus analitikai módszerek mellett, többek között AAS, ICP és XRF spektrometriával, röntgen-diffraktometriával, szemcseméret-meghatározásokkal, fajlagosfelület-méréssel és ionkromatográfiával is foglalkozik. 1997-től a MAL Zrt. akkreditált ajkai laboratóriumát vezeti, és mellette 2004-től a telephely környezetvédelmi ügyeit intézi.



12. ábra: Röntgen diffraktométer, 1987

A 70-es évek elején már a differenciál termikus analízis segítségével végeztek vizsgálatokat az ipari laboratóriumokban is. A bauxitok fő alkotóinak, így az  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -nak is, az ásványos eloszlás vizsgálatára elterjedt módszer ebben az időben. A képen látható berendezés a derivatográf egy újabb változata.

A későbbiekben a röntgen diffraktometria váltja fel, illetve egészíti ki a módszert.

Az ajkai laboratóriumban 1987 óta használunk diffraktométert bauxitok, vörösiszapok ásványi összetételének vizsgálatára is.

### 4. Összefoglalás

A MAL Zrt. és jogelődjei az 1940-es évektől kezdődően működtetett, működtet laboratóriumot az alumíniumipar különböző szegmensei részére történő analitikai vizsgálatokra.

Az analitikai vizsgálatok sarkalatos pontja a kibányászott és a timföldgyártás területén felhasznált bauxit minőségének meghatározása.

A MAL Zrt. Ajkai Laboratóriumában fellelhető korabeli dokumentumok és a napjainkban is használatos módszerek bemutatásával végigkövethető a bauxit vizsgálatok fejlődése a kezdetektől napjainkig.

A bemutatott tárgyi emlékek és az elvégzett kísérletek tapasztalatai csak az előző 60-65 évben a laboratóriumban dolgozó munkatársak lelkiismeretessége folytán vált elérhetővé számomra. Az előző laboratóriumvezetők mindegyike megértette és szívügyének tekintette, hogy az elődöktől sokat lehet tanulni, ennek érdekében nagyon vigyázott a megmaradt emlékekre, tárgyakra. Köszönet érte nekik.

# Dél-vietnami Bauxitkutató Expedíció

## Vegyészcsoporth a Than Rai expedícióban (Vietnam)

DR. BARTHA ANDRÁS okl. vegyész, osztályvezető, Magyar Állami Földtani Intézet (Budapest)

*A Bao-Lok-Dilinh körzetben lévő Than Rai lateritbauxit-előfordulás megkutatására szervezett MÁFI expedíció feladata volt az ELGI által gyártott 2 darab MTA 1527-2000 típusú ipari gyorsanalizátor üzembe állítása és működtetése is. A berendezések a szilícium- és alumíniumtartalmat neutronaktivációs módszerrel, a titán- és vastartalmat pedig röntgenfluoreszcens módszerrel határozzák meg. Az XRF csatornák pontossága nem érte el az elvárt szintet, ennek a problémának a megoldásával foglalkozunk a cikkben.*

### Bauxitkutató Expedíció Dél-Vietnamban

A MÁFI 1985. október 15. – 1987. július 30. között bauxitkutató expedíciót szervezett a dél-vietnami Bao-Lok-Dilinh körzetben lévő Than Rai lateritbauxit-előfordulás megkutatására.

A terület K-Ny-i csapású; 700-950 m tszf magasságú, 1200 km<sup>2</sup> nagyságú, Ny-Ény-ra található Bao-Loc város-tól. Az előfordulást ívben öleli körül a mélyen bevágódott bővíző Dargna folyó, mely a Központi Fennsík felől éri el a térséget.

Az expedíciós tevékenység készletszámítás volt, mivel a nyersanyag egyszerű teleptani helyzetben, a felszínen csak a vegetációval fedve települt. Az előfordulás sem horizontálisan, sem vertikálisan nem alkot homogén ércetestet, a K-Ny-i csapású terület K-i része kibillent helyzetű, azaz magasabbra emelkedett. A platók és a völgyek (vagyis a potenciális ércetek és meddők) aránya 1:2. Az érc test minősége változékony, átlagos vastagsága 2,6 m.

A Ny-i rész kedvezőbb morfológiájú. Szélesebb hátú platók, a platók-völgyek aránya 2:1. Az érc minősége kevésbé változékony, átlagos vastagsága 4.1 m. A jelentéshez készült kiegészítő kutatás már csak erre a területre koncentrált.

Az expedíció székhelye: 6. sz. expedíció, Ho Chi Minh-város, Vietnam

Az expedíció tagjai:

dr. Szabó Elemér expedícióvezető  
dr. Ravasz Csaba geológus szakértő  
Bence Géza geológus szakértő  
dr. Bartha András vegyész csoportvezető  
Veréb Géza vegyész szakértő

### Vegyészcsoporth az expedíción belül

A Dél-vietnami Bauxitkutató Expedíció része volt egy vegyészcsoporth is, melynek fő feladata az ELGI által gyártott 2 darab MTA 1527-2000 típusú ipari gyorsanalizátor üzembe állítása és működtetése volt. Az eredeti szerződés szerint az egyik készülék terepi változat lenne, és a kutatás helyszínén kellene felhasználni első-sorban kutatás ill. termelésirányításhoz. A másik készüléket pedig Ho Chi Minh-városban, a 6. sz. expedíció

laboratóriumában helyezték el, és a vietnami kollégák által kijelölt minták analizálására kell felhasználni a berendezést.

A vegyészcsoporth feladata emellett az volt még, hogy a vietnami kollégákkal közösen szervezzék meg a labor tevékenységét magas szakmai színvonalon.

### MTA 1527-2000 típusú ipari gyorsanalizátor

A berendezések a szilícium és alumínium-tartalmat neutronaktivációs módszerrel, a titán- és vastartalmat pedig röntgenfluoreszcens módszerrel határozzák meg.

#### 1. Neutronaktivációs mérések:

Am<sup>241</sup>-Be<sup>9</sup> forrás; 15 Ci aktivitás

Termikus térben az Al aktiválódik főleg, gyors térben a Si. Mindkét reakcióban 28-13-as Al keletkezik, mely 2,3 perces felezési idővel bomlik 28-14-es Si-ra, és a béta és gamma sugárzást detektáljuk GM csőkoszorúval.

Megoldás: kétismeretlenes egyenletrendszer megoldása.

#### 2. XRF csatornák

Ti csatorna: Fe<sup>55</sup> sugárforrás 100 mCi aktivitással. Felezési ideje 2,7 év. Havonta kell kalibrálni.

Fe csatorna: Pu<sup>238</sup> sugárforrás 30 mCi aktivitással. Felezési ideje 86 év.



1. kép: Az ipari gyorsanalizátor mai formájában

Már a projekt indulásakor eldőlt, hogy terepi műszer szállítására a szerződésben leírtak ellenére nincs igénye a vietnami félnek ezen kutatási szakaszban, így mindkét készüléket Ho Chi Minh-városba kérték telepíteni a 6-os expedícióhoz. A labor vezetőjével folytatott első megbeszélések eredményeképpen abban maradtunk, hogy a műszerek munkába állása, az első tapasztalatok leszűrése után fogjuk eldönteni, mi lesz a műszerek helye, szerepe a kutatási folyamatban. A magyar fél részéről is üdvözlötték ezt a döntést, és úgy tekintették: a magyar műszereken kell majd megmérni a Bao-Lok-Dinh-i terület mintáit. Ezzel biztosítottak látszott a geológus- és a vegyészcsoportok szorosabb szakmai összetartozása is.

Ebben a fázisban még nem tudtuk, nem éreztük, hogy olyan alapvető kérdések maradtak tisztázatlanok, mint:

1. Milyen mintaszámot kell majd megmérni, és az eredmények kutatásirányításhoz lesznek majd felhasználva, vagy készletszámításhoz is?
2. Milyen pontossági követelményeknek kell megfelelni a készülékkel mért adatoknak?
3. A készülékkel mért adatok elfogadhatók-e készletszámítás céljára a KGST országokban?

Ezzel a viszonylag lazán körvonalazott feladat- és hatáskörrel kezdtük el a munkát. 1986 márciusában a KGST szakértők tanácskozásán jóváhagyták a csoport kutatási tervét, melynek anyagvizsgálóati vonatkozása szerint mintegy 3000 meghatározást kell elvégezni a két készülékkel, melynek a fele nyers, másik fele dúsított minta lenne. Bár akkor még az első készülék sem érkezett meg Magyarországról, az ELGI specifikációja alapján azt mondhattuk: amennyiben 1986 közepéig mindkét készülék megérkezik, és üzembe lesznek állítva, és nem jön közbe előre nem látható nehézség, a feladat teljesíthetőnek látszik.

Az első készülék 1986. április végén érkezett meg, május elején lett installálva, és az első kalibrálással június végére készültünk el; vagyis az expedíció idejének fele akkorra már le is telt. (A második készülék egyébként csak jóval később érkezett meg, 1986 decemberében – az expedíciós periódus vége felé lett installálva.)

### Mérési eredmények, analitikai problémák

A Tân Rai területéről gyűjtöttünk mintákat, meglemeztük az expedíció laboratóriumában (házilag os stan-

dardok), és ezeket használtuk a berendezés kalibrálására. Igyekeztünk olyan mintákat használni a kalibrációhoz, amelyek viszonylag széles koncentráció-tartományt fognak át a mérendő elemekre. Az  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -tartalom 28-51%, a  $\text{SiO}_2$ -tartalom 1-21%, a  $\text{TiO}_2$  2-6%, a  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -tartalom pedig 12-44% tartományban változott.

1986. július végén elkészült az első 50 minta elemzése, de jelentkeztek az első problémák is. A neutronaktívációs csatornák (Al, Si) eredményei rendben voltak, de az XRF módszerrel meghatározott elemek, azaz a titán és a vas eredmények nem voltak kielégítőek, nem egyeztek a saigoni laboratórium klasszikus kémiai elemzési eredményeivel. Az XRF csatornák akkor adtak kielégítő eredményt, ha a készülék kalibrálásához használt minták igen hasonlóak a mérendő ismeretlen mintákhoz.

### Hibakeresés

Először a kémiai elemzéseket ellenőriztük, hazaküldtünk mintákat Magyarországra. Elvégezték az elemzéseket a MÁFI-ban és a BKV-nál is. Világos lett, hogy a kémiai elemzések rendben voltak, a műszernél kell keresni a hibát.

Az ELGI-ben félvezető detektoros méréseket készítették a kérdéses kontrollmintákra, de Dalatban, az atomreaktorban is megvizsgálták a kérdést. Energiaszórásos, Canberra típusú XRF berendezést használva hasonló eredményeket kapnak. Úgy nézett ki, nem a berendezés gyenge felbontása okozza a problémát. Vizsgáltuk a szemcseméret hatását is, de finomabbra őrlve a mintákat sem javultak az eredmények.

Mintacserék és készülék-stabilitási problémák nehezítették a probléma gyors felismerését. A vascsatorna előerősítőjét cserélni kellett, és újra kellett jusztirozni a sugárforrást. Ezután 3-szorosra nőtt az érzékenység, és javult a stabilitás.

De továbbra is alámértünk néhány mintát a vas és a titán esetében. A Tân Rai terület P1 és P2 poligonjainak mintáit elemezve mintegy 15-20%-nyi mintacsere nehezítette a tényleges hatások felfedését. A „Május 1” területéről származó 30 mintát nagyon gondosan készítettük elő, és újrakalibráltuk a berendezést.

A probléma továbbra is fennállt, de már sokkal reprodukálhatóbban jelentkezett. Feltűnt, hogy a mérési pontosság szoros kapcsolatban áll az izzítási veszteséggel. 7% különbség az izzítási veszteségben 1% külön-

### 1. táblázat

XRF mért, illetve átszámolt eredmények összevetése a kémiai elemzéssel

Sorsz.	Izz. veszt.	Modul	Ti csatorna $\text{TiO}_2\%$			Fe csatorna $\text{Fe}_2\text{O}_3\%$		
			Kémiai elemzés	XRF eredeti	XRF átszámolt	Kémiai elemzés	XRF eredeti	XRF átszámolt
1	15	1,1	4,49	3,33	4,28	15,68	11,25	16,3
2	24	49	4,39	4,19		30,73	31,45	
3	25	43	4,24	4,38		24,9	26,53	
4	17	1,6	4,24	3,64	4,56	28,13	26,45	28,74
5	14	1	3,97	3,3	4,26	25,12	21,6	24,77



seget eredményezett a  $\text{TiO}_2\%$  eredményben. Azok a minták, ahol alacsony volt az izzítási veszteség ( $<18\%$ ), nagyon kis modulusú minták voltak, nem is voltak igazán bauxitnak tekinthetők.

Látható, hogy amennyiben magas modulusú, jó minőségű mintákra végeztük el a kalibrálást, ezekre a mintákra (2. és 3. minta) megfelelőek voltak az XRF eredmények mind a Ti, mind a Fe csatorna esetében. Az 1-es, 4-es és 5-ös mintáknál mindkét csatornán alacsonyak az XRF eredmények, ezeket alacsony modulusú mintákra készített kalibrációs konstansokkal át kellett számolni, az átszámolt eredmények így már kielégítőek voltak.

Megvizsgáltattuk a MÁFI-ban termikus és XRD módszerrel néhány, általunk standardként használt minta ásványos összetételét. Az eredmények azt mutatják, hogy az egyes ásványok mennyisége, ill. azok víztartalma (kaolinit/gibbsit ill. goethit/hematit arányok) befolyásolták a mérések (pontosabban az XRF csatornán mért Fe és Ti értékek) pontosságát.

Különböző modulusú minták ásványos összetétele röntgendiffrakciós és termikus vizsgálatok alapján.

**2. táblázat** A minták ásványos összetétele (%)

Ssz.	kaolinit	gibbsit	goethit	hematit	ilmenit	anatáz
1	67	7	15	3	7	
2	3	53	27	4	12	
3	1	69	15	6	7	
4	39	26	21	9		6
5	54	6	17	11	11	

Esetünkben a problémát az okozta, hogy a területen alapvetően kétféle lateritbauxit minta volt található jelentősen eltérő ásványos összetétellel, és ennek megfelelően eltérő víztartalommal. Emiatt az eltérő tömegabszorpciós együttható eltérő XRF intenzitásokat eredményezett, mely eltérő kalibrációs konstansokat igényelt a vas és a titán meghatározása esetén. Ezt a problémát modernebb XRF készülékeken viszonylag könnyen ki lehet küszöbölni a tömegabszorpciós együtthatóval arányos Compton intenzitás mérésével, és a nettó intenzitásoknak a Comptonnal való korrekciójával, de ez az XRF szempontból nagyon egyszerű célműszeren nem volt lehetséges. Korábban ez a probléma nem is nagyon vetődött fel az ELGI praxisában, mert karsztbauxitoknál jól működött a hasonló kalibráló-hasonló mérendő minta elv.

Adódott volna még két lehetőség a probléma megoldására: vagy minden mintából megmérni az izzítási veszteséget és szárazanyagra normálni az intenzitásokat, vagy lítium metaboráttal gyöngyöt önteni a mintákból, és a megszilárdult gyöngyöt használni a mérésekhez. Mindkét megoldást el kellett vetnünk, mert túl drágák voltak, túl sok munkát és energiát kellett volna befektetni, és erre nem voltunk felkészülve a 6. sz. expedíciónál.

Végül találtunk egy olyan megoldást, melynek segítségével jelentősen tudtuk növelni a pontosságot az XRF csatornák esetében is. Mivel az Al és a Si mérése pontos volt, a modulus értékét megbízhatónak találtuk.

A modulus alapján szétválogatva a mintákat modul $<2.5$  és modul $>2.5$  mintákra külön kalibrációs konstansokat számolva a Fe és a Ti eredmények ugrásszerűen javultak. Ezzel a trükkel a kontrollba bevont 500 minta esetén valamennyi komponens megfelelő pontossággal meghatározható volt, a pontosság kielégítette a Magyarországon előírt pontossági követelményeket. Egyébként a probléma nem volt olyan nagyon jelentős, hiszen az eltérések csak a modul $<2.5$  mintáknál jelentkeztek, amelyek amúgy sem igazán tekinthetők bauxitnak, de jó minőségűnek semmiképpen sem.

A kalibráláshoz használt műszerállandók a következők voltak a nagy és kis modulusú standardok szétválogatása után elvégzett kalibrációk alapján:

**3. táblázat** Kalibrációs műszerállandók

Nagy modul kalibrációs konstansok			
$M_{\text{Ti}}$	0,0072	$M_{\text{Fe}}$	0,059
$B_{\text{Ti}}$	-3,295	$B_{\text{Fe}}$	-19,753
Kis modul kalibrációs konstansok			
$M_{\text{Ti}}$	0,0063	$M_{\text{Fe}}$	0,048
$B_{\text{Ti}}$	-1,571	$B_{\text{Fe}}$	-9,075

1986 decemberében benyújtottuk a korrigált eredményeket, melyek most már jó egyezést mutattak a kémiai elemzési eredményekkel. A következő néhány táblázatban és ábrán bemutatunk néhány mintára a klasszikus kémiai és a műszeres eredmények egyezését, illetve korrelációját:

**4. táblázat** Műszeres és kémiai  $\text{Al}_2\text{O}_3$  eredmények összehasonlítása

$\text{Al}_2\text{O}_3\%$	Műszeres NAA %	Kémia vietnami labor %	Kémia Bauxit-kutató Vállalat %	Kémia átlag %	Különbőség (NAA-Kémia átlag) %
1	39,65	40,92	41,0	40,96	-1,31
2	34,43	34,72	35,0	34,86	-0,43
3	32,01	33,01	32,9	32,96	-0,95
4	28,08	28,75	29,0	28,88	-0,80
5	33,89	34,73	34,7	34,72	-0,83
6	38,57	38,40	38,4	38,40	0,17
7	29,21	30,97	30,8	30,89	-1,68
8	34,25	36,20	36,4	36,30	-2,05
9	31,80	33,62	32,8	33,21	-1,41
10	31,59	33,61	33,2	33,41	-1,82
11	39,26	39,67	39,8	39,74	-0,48
12	38,45	39,19	39,1	39,15	-0,69
13	34,13	34,63	34,2	34,42	-0,29
14	43,69	44,15	43,5	43,83	-0,14
15	35,51	36,46	36,0	36,23	-0,72
16	33,55	34,81	34,4	34,61	-1,06
17	30,20	30,03	30,5	30,27	-0,07

5. táblázat

Műszeres és kémiai SiO<sub>2</sub>  
eredmények összehasonlítása

SiO <sub>2</sub> %	Műszeres NAA %	Kémia vietnami labor %	Kémia Bauxit- kutató Vállalat %	Kémia átlag %	Különbőség (NAA- Kémia átlag) %
1	5,11	4,24	4,8	4,52	0,59
2	10,69	11,32	11,8	11,56	-0,87
3	29,6	30,18	30,7	30,44	-0,84
4	4,56	3,72	4,50	4,11	0,45
5	2,96	2,36	2,90	2,63	0,33
6	2,16	1,04	1,50	1,27	0,89
7	4,37	4,14	4,40	4,27	0,10
8	9,11	8,58	9,40	8,99	0,12
9	4,00	4,28	4,40	4,34	-0,34
10	2,22	1,9	2,00	1,95	0,27
11	1,46	0,48	0,80	0,64	0,82
12	0,82	0,84	0,80	0,82	0,00
13	1,00	0,52	1,00	0,76	0,24
14	1,15	0,86	1,00	0,93	0,22
15	1,25	0,72	1,00	0,86	0,39
16	13,49	13,12	13,3	13,21	0,28
17	18,79	18,62	18,8	18,71	0,08

6. táblázat

Műszeres és kémiai Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>  
eredmények összehasonlítása  
két kalibrációs sorozatot használva

Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Műszeres XRF %	Kémia vietnami labor %	Kémia Bauxit- kutató Vállalat %	Kémia átlag %	Különbőség (XRF- Kémia átlag) %
1	26,2	25,16	25,00	25,08	1,12
2	26,68	27,54	27,70	27,62	-0,94
3	16,41	15,77	15,60	15,69	0,73
4	42,03	42,32	42,70	42,51	-0,48
5	36,73	35,18	35,10	35,14	1,59
6	34,13	32,3	32,40	32,35	1,78
7	38,7	39,56	39,40	39,48	-0,78
8	29,53	29,17	29,00	29,09	0,45
9	34,78	35,43	34,90	35,17	-0,38
10	36,15	36,68	36,90	36,79	-0,64
11	31,45	30,67	30,80	30,74	0,72
12	31,00	30,42	30,80	30,61	0,39
13	35,48	36,56	36,30	36,43	-0,95
14	26,53	24,91	24,90	24,91	1,63
15	35,05	34,43	34,50	34,47	0,58
16	28,8	27,04	27,30	27,17	1,63
17	29,00	28,17	28,10	28,14	0,86

7. táblázat

Műszeres és kémiai TiO<sub>2</sub>  
eredmények összehasonlítása  
két kalibrációs sorozatot használva

TiO <sub>2</sub> %	Műszeres XRF %	Kémia vietnami labor %	Kémia Bauxit- kutató Vállalat %	Kémia átlag %	Különbőség (XRF- Kémia átlag) %
1	3,93	4,06	3,80	3,93	0
2	4,06	5,24	5,20	5,22	-1,16
3	4,09	4,28	4,70	4,49	-0,40
4	3,84	4,06	4,00	4,03	-0,19
5	4,14	3,95	4,20	4,075	0,06
6	4,30	3,74	3,80	3,77	0,53
7	5,01	5,24	5,10	5,17	-0,16
8	3,88	3,95	3,90	3,925	-0,04
9	4,69	5,35	5,20	5,275	-0,59
10	4,8	5,56	5,30	5,43	-0,63
11	4,19	4,38	4,40	4,39	-0,20
12	4,55	5,13	5,00	5,065	-0,52
13	5,36	6,20	6,00	6,10	-0,74
14	4,37	4,28	4,20	4,24	0,13
15	5,10	5,35	5,40	5,375	-0,28
16	4,68	4,49	4,40	4,445	0,23
17	4,35	4,28	4,20	4,24	0,11

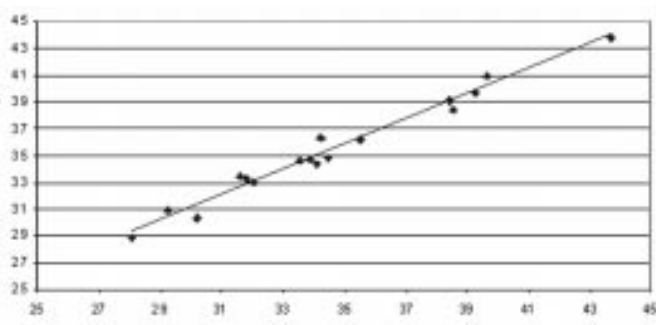
Ennek ellenére Hanoiban a főhatóság 1987 januárjában úgy döntött, függetlenül a készülék pontosságától az eredményeket nem lehet elfogadni, a méréseket meg kell ismételni klasszikus módszerekkel, mert a magyar berendezések nincsenek azon a listán, mely módszereket alkalmazni szabad készletszámításhoz a KGST szabványok szerint.

Végül is 1600 minta meghatározását végeztük el a magyar berendezésekkel, és a korrigált eredmények már nagyon jól egyeztek a klasszikus elemzések eredményeivel.

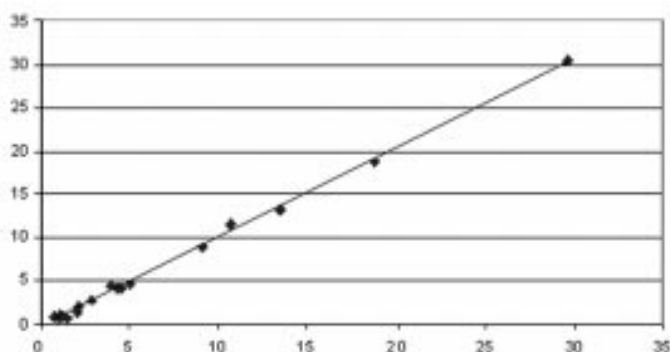
A vietnami vezetők döntése végül is elfogadható volt, ennek a készüléknek a felhasználási területe elsősorban aknakijelölés, kutatásirányítás és termelésirányítás.

Itt a problémát nyilvánvalóan az okozta, hogy ezt a nagyon alapvető kérdést: szabad-e a KGST készletszámításhoz nem KGST szabványos módszereket használni, csak a projekt végére sikerült tisztázni, és akkor már senkit nem érdekelt Hanoiban, mi volt a magyar vezetés, ill. a 6-os expedíció álláspontja a 86-os szakértői tanácskozáson.

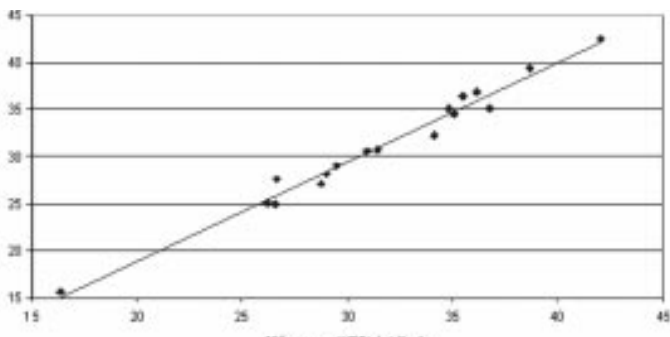
Ami a pontosságot illeti: az Al és Si esetén a készülék igen pontos. Az XRF csatornáknál kitűnő a reprodukálhatóság, de jelentős mátrix hatás van, melyet jelen esetben számolással ki lehetett küszöbölni. Módszerünk, a modul szerinti szétválogatást követő különböző kalibrációs konstansok meghatározása újszerű volt, és komoly érdeklődést váltott ki röntgenes berkek-



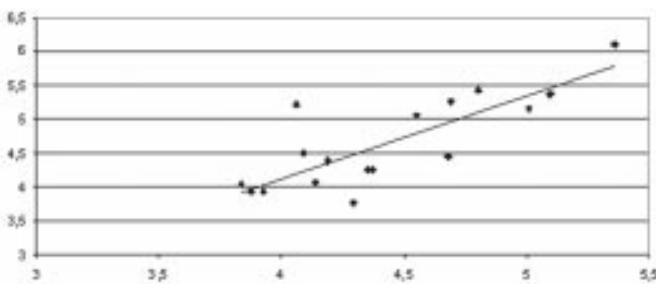
1. ábra: NAA és kémiai elemzések összevetése  $Al_2O_3$   
 $y = 0,9712x + 2,8872$   $R^2 = 0,9781$



2. ábra: NAA és kémiai elemzések összevetése  $SiO_2$   
 $y = 1,0373x - 0,4078$   $R^2 = 0,9977$



3. ábra: NAA és kémiai elemzések összevetése  $Fe_2O_3$   
 kétkalibrációs sorozatot használva  
 $y = 1,0571x - 2,2395$   $R^2 = 0,9805$



4. ábra: NAA és kémiai elemzések összevetése  $TiO_2$   
 kétkalibrációs sorozatot használva  
 $y = 1,2155x - 0,7297$   $R^2 = 0,6496$

ben. Több előadást is tartottunk Trager Tamás és Renner János társszerzőkkel ebben a témában.

Úgy gondolom, a mi expedíciónk sok tanulsággal szolgált az esetlegesen a jövőben kötendő szerződésekhez, és tulajdonképpen azt kell mondanom, büszkék vagyunk arra, hogy a problémák ellenére megfelelő szakmai megoldást találtunk, és jó hangulatban váltunk el a vietnami kollégáktól. Ezt bizonyítja az a tény is, hogy csaknem 20 évvel később, mikor lehetőség nyílt közös analitikai projektet benyújtani a magyar-vietnami Tét (Tudományos és Technikai kétoldalú együttműködések) pályázati kiírásra, azt meg tudtuk tenni, és a „Laboratóriumi együttműködés a MÁFI és a Dél-vietnami Geológiai Térképező Osztály között kőzetminták fő- és nyomelemeinek meghatározása atom-spektroszkópiai módszerekkel” című pályázatunkkal nyertünk is. 2008-ban elkezdődött ez a pályázati munka, amely 2 évig tart.

Végezetül egy személyes megjegyzés: évekkel később a dél-afrikai bophuthatswanai geológiai intézetben dolgoztam vezető geokémikusként, ahol nagyon hasonló problémával találtam szemben magam. A geokémiai prospekciós felvételek során mintegy 25000 elemzést megismételték a Pretoriai Geológiai Intézetben, mert bár a mi laborunk eredményei nagyon jól megközelítették a pretoriai eredményeket, nem fogadták el őket, mondván: korrekt geokémiai háttérértékeket csak úgy nyernek, ha minden elemzést ugyanazon a készüléken végeznek el. A pretoriai lépték egyébként elkötelezett volt, évi 100 000 minta 24 elemre egy szimultán XRF készülékkel. Végül is ez a módszer akkor nagyon emlékeztetett a KGST döntésre.

**DR. BARTHA ANDRÁS** okl. vegyész, PhD, 1978-tól dolgozik a Magyar Állami Földtani Intézetben különböző beosztásokban, jelenleg a laboratórium kémiai osztályának vezetője. Közben 1991-1994-ben a Dél-afrikai Köztársaság Észak-Nyugat Területi Állama Geológiai Intézetének fő-geokémikusa volt. Pályája során fő szakmai feladatai voltak: víz-, geo- és agrárkémiai feladatok, neutronaktivációs, atomabszorpciós és ICP spektrometriás módszerek fejlesztése, geokémiai értékelések.



# Kétoldalú, Tét együttműködés a MÁFI és a Dél-vietnami Geológiai Térképező Osztály laboratóriumai között ICP-AES módszerek fejlesztése bauxit és egyéb kőzetminták fő- és nyomelemeinek meghatározására

DR. BARTHA ANDRÁS<sup>1</sup> okl. vegyész, osztályvezető, DR. BERTALAN ÉVA<sup>1</sup> okl. vegyész, főmunkatárs, NGUYEN VAN DINH<sup>2</sup> fizikus, NGUYEN THI HIEP<sup>2</sup> vegyész, HA DUC HUNG<sup>2</sup> vegyész,  
<sup>1</sup>Magyar Állami Földtani Intézet (Budapest) <sup>2</sup>South Vietnam Geological Mapping Division Centre of Analysis and Experiment (Ho Chi Minh-város)

*2006-ban a MÁFI és a Dél-vietnami Geológiai Térképező Osztály munkatársai pályázatot készítettek a vietnami-magyar Tét együttműködés keretében. A pályázat címe: Laboratóriumi együttműködés a Magyar Állami Földtani Intézet és a Dél-vietnami Geológiai Térképező Osztály között kőzetminták fő- és nyomelemeinek meghatározására atomspektroszkópiai módszerekkel. A pályázatot során végzett kutatási eredményekről számolunk be a cikkben.*

## Előzmények

A MÁFI és a Ho Chi Minh-városi geológiai intézetek (6. sz. Földtani Kutató Expedíció) között kitűnő tudományos kapcsolat volt 1985-1987 között, mivel a MÁFI részt vett egy dél-vietnami bauxitkutató expedícióban. Az expedíciós munka során a magyar csoport egy 220 km<sup>2</sup> területű laterites bauxitelőfordulás megkutatását végezte készletszámítás céljából. A csoport tagja volt két fő analitikus vegyész (Bartha András és Veréb Géza), akiknek feladata volt a laboratórium módszereinek fejlesztése, valamint az Eötvös Loránd Geofizikai Intézet által gyártott MTA 1527 ipari gyorslemezű berendezés beüzemelése és működtetése terepi és laboratóriumi viszonyok között. Az expedíciós tevékenység során 2 fő a vietnami laboratóriumból meglátogatta a MÁFI laboratóriumát, ahol az akkori kor színvonalán korszerűnek mondható analitikai eljárásokkal, műszerekkel és módszerekkel ismerkedtek meg.

Az expedíció mandátumának lejártá után sem szakadt meg teljes mértékben a kapcsolat a két intézet között, kőzetanalitikai és bauxit-technológiai kérdésekben többször is konzultáltak az intézmények szakértői. Bartha András 1988-ban részt vett egy, az UNIDO által szervezett bauxitos projektben, melynek során Binh Hoában Shimadzu műszerekkel szerelték fel a Bauxit Kutató Központot. Egy 6 hetes szakértői tevékenység során atomabszorpciós és lángemissziós eljárásokat dolgoztak ki és vezettek be a bauxit és timföld analitikában.

Azóta a vietnami fél is folyamatosan fejlesztette laboratóriumát. 2005-ben vásároltak egy korszerű Perkin Elmer AAS, valamint egy ICP-OES berendezést, és megkeresték a MÁFI laboratóriumát, hogy a régi kapcsolatok alapján analitikai módszereket tanulmányozzanak közösen a MÁFI szakértőivel, akiknek közel 20 éves tapasztalatuk gyűlt fel fenti témakörben.

2006-ban a MÁFI és a Dél-vietnami Geológiai Térképező Osztály munkatársai pályázatot készítettek a vietnami-magyar Tét együttműködés keretében. A pályázat címe: Laboratóriumi együttműködés a Magyar

Állami Földtani Intézet és a Dél-vietnami Geológiai Térképező Osztály között kőzetminták fő- és nyomelemeinek meghatározására atomspektroszkópiai módszerekkel. A pályázatot elfogadták és a VN-1/2006-os számon tartják nyilván. A magyar fél megkapta az anyagi támogatást, miután a MÁFI és az NKTH 2008 márciusában aláírták az erről szóló megállapodást. 2008. május 5-én Bartha András és Bertalan Éva, a MÁFI kutatói kiutaztak 2 hétre Ho Chi Minh-városba és megkezdték a tudományos programot.

(Sajnálatos módon a vietnami fél egyelőre nem kapta meg a támogatást, ezért az ő utazásuk pillanatnyilag bizonytalannak látszik.)

## Tudományos tevékenység a Ho Chi Minh-városi Analitikai és Kísérleti Központban

A látogatás első napján az intézet vezetőinek részvételével munkaiülést tartottunk, melyen megállapodtunk abban, hogy áttekintjük a laboratórium analitikai rendszerét, különös tekintettel a minta-előkészítési kérdésekre és az ICP-AES analitikai módszerekre. Az ülésen a magyar szakértők mellett részt vett az intézet igazgatója, Mr. Cat Nguyen Hung, egy szenior geológus szakértő, dr. Trinh Van Long; valamint a laboratórium igazgatója, dr. Nguyen Van Dinh és Mrs. Nguyen Thi Hiep, ICP-AES szakértő. A vietnami fél jelezte, hogy a jövőben szeretnék szorosabbra fűzni a kapcsolatot a MÁFI-val, beleértve ICP-MS nyomelemzések és izotópok meghatározását vietnami kőzetmintákból petrogenetikai céllal. A magyar fél pedig felvetette annak lehetőségét, hogy a dél-vietnami arzénos rétegvizek kutatásában szívesen részt vennének. Nagyon hasznos lenne a különböző arzénmódosulatok meghatározása, mert ez közelebb visz az arzén eredetének tisztázásához.

A laboratórium akkreditált bauxitelemzési módszer 6 komponens meghatározását foglalja magában zömében klasszikus analitikai eljárásokkal. 0,5 g mintát tárnak fel KOH-dal nikkelt téglában, és sósavval oldják

ki a fémeket. Leszűrjük; a szűrletből határozzák meg az alumínium- és vastartalmat titrálással; a titántartalmat pedig spektrofotometriásan mérik. A szilícium-dioxid meghatározását gravimetriásan végzik el a szűrőn maradt csapadék izzítása után. Izzítási veszteség és ferrovass (kálium-bikromátos titrálás) meghatározását végzik még el bauxitmintákból.

Van még egy úgynevezett 36 elemes meghatározásuk, melyet rutinszerűen alkalmaznak kőzetminták fő és nyomelem-tartalmának meghatározására ICP-AES módszerrel. Ez utóbbi feltárás HF-ot is tartalmazó savkeverékkel indul, majd a maradékot  $\text{Na}_2\text{O}_2$ -dal feltárlják cirkon tégelyben. Mivel a cirkóniumnak nagyon vonaldús az ICP-AES spektruma, fontos feladat volt a spektrális átfedések tanulmányozása és javaslatok készítése, hogyan küszöböljük ki az ebből eredő problémákat.

A magyar szakértők 12 darab nemzetközileg elfogadott standard kőzetmintát vittek magukkal, melyek hiteles főkomponens- és nyomelemtartalommal rendelkeznek. Ezeket használták fel arra, hogy különböző feltárási módszereket kipróbálva új analitikai módszereket dolgozzanak ki, illetve kijavítsák a meglévő módszerek esetleges hibáit.

### **Összesen 3 feltárási módszert alkalmaztunk**

1. *Kombinált eljárás savkeverékkel történő kioldással*, majd a maradék feltáráásával  $\text{Na}_2\text{O}_2$ -al cirkónium tégelyben. A feltárási procedúra a következő: 0,5 g mintát bemérünk egy teflon pohárba. Adunk hozzá 5 ml cc  $\text{HNO}_3$ -at, 2 ml cc  $\text{HClO}_4$ -at és 10 ml cc. HF oldatot. Elektromos fűtőlapon tartjuk egy órát  $100^\circ\text{C}$ -on, majd még egy órát  $140^\circ\text{C}$ -on, végül  $190^\circ\text{C}$ -on tartjuk újabb 2-3 órán keresztül, amíg fehér füstök jelennek meg. 10 ml cc. HCl-val felvesszük, majd szűrjük. A maradékot kiizzítjuk kvarc tégelyben  $800^\circ\text{C}$ -on, majd cirkónium tégelybe átvisszük és 0,5 g  $\text{Na}_2\text{O}_2$ -al  $600^\circ\text{C}$ -on feltárljuk (15-20 perc). A feltárási befejezése után 15 ml desztillált vízzel átmossuk egy főzőpohárba, majd 16 ml 1:1 HCl-val főzve feloldjuk. Egyesítjük a savas feltárási szűrletével és 100 ml-re töltjük az oldatot. Ezt az 5 g/l-es törzsoldatot használjuk 36 elem meghatározására. A Si-, Na- és Zr-tartalom természetesen nem határozható meg ebből a feltárásból.

2. A vietnami fél kérésére módszert dolgoztunk ki kőzetek teljes elemtartalmának meghatározására *mikrohullámú feltárási berendezéssel*. Egy O/I márkájú amerikai gyártmányú mikrohullámú feltárási berendezésük volt, amelyet még sohasem használtak. A 12 feltárási edényből álló rendszer hőmérséklet, és nyomáskontrollált üzemmódban működik, de csak kisnyomású feltárást tett lehetővé (max. 200 psig). A magyar szakértők 2 lépéses feltárást dolgoztak ki, első lépésben HF-ot is tartalmazó savkeverékkel tárljuk fel a mintát, majd a második lépésben bórsav adagolással kötjük meg a szabad fluoridokat. Az idő rövidsége miatt nem sikerült tökéletesen optimalizálni a paramétereket, mert az alacsony nyomású bombákban csak nagyon óvatosan mertük

emelni a feltárási energiát. Az eredmények tanúsága szerint a  $\text{SiO}_2$ -tartalom volt alacsony a hiteles értékekkel összehasonlítva. További optimalizálás szükséges, hosszabb feltárási időket kell alkalmazni és óvatosan emelni a feltárási energiát.

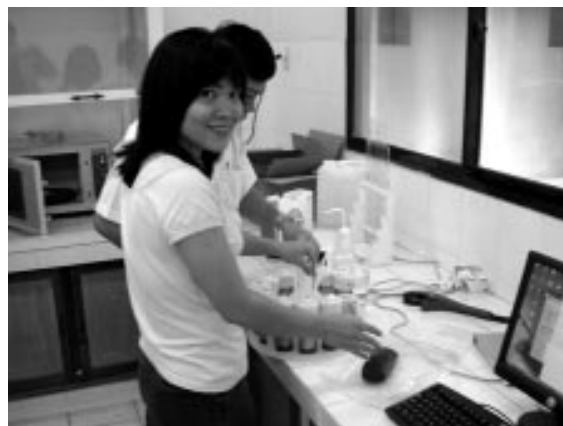
Feltárási módszer: 0,25 g mintát bemérünk a teflon edényekbe és adunk hozzá 1 ml cc. HCl-at, 1 ml cc.  $\text{HNO}_3$ -at és 1 ml cc. HF-ot. Az edények lezárása után a következő feltárási programot futtatjuk végig:

Nyomáskontroll mód	Nyomás-küszöb: 200 psig	Hőmérséklet-küszöb: $200^\circ\text{C}$
Lépés	Teljesítmény (%)	Set pont (psig)
1	55	150
2	75	180
3	80	180
4	40	180
5	0	125
		Idő (perc: mperc)
		06:00
		06:00
		03:00
		02:00
		02:00

A minták lehűlése után kinyitjuk az edényeket, adunk hozzájuk 10 ml 4%-os bórsav oldatot, majd a következő feltárási programot futtatjuk végig:

Hőmérséklet-kontroll mód	Nyomás-küszöb: 200 psig	Hőmérséklet-küszöb: $200^\circ\text{C}$
Lépés	Teljesítmény (%)	Set pont (psig)
1	50	150
2	70	185
3	0	150
		Idő (perc: mperc)
		05:00
		05:00
		02:00

A feltárási befejezése után az edények tartalmát átmossuk egy 50 ml-es normál lombikba és feltöltjük.



**1. kép: Mikrohullámú feltárási berendezés**

3. *Lítium-metaborátos feltárási módszer*: A finomra porított kőzetmintából  $0,5 \pm 0,0002$  g-ot platina tégelybe mérünk, és 1,16 g vízmentes lítium-metaboráttal gondosan összekeverjük. Oxidatív láng felett, vagy izzítókemencében  $900-1000^\circ\text{C}$ -on hevítjük a feltárási befejeződéséig, amelyet az olvadék teljes feltisztulása jelez (15-25 perc). A feltárási után a tégelyt egy fogó segítségével úgy forgatjuk, hogy az ömledék a tégelyfalán vékony rétegben

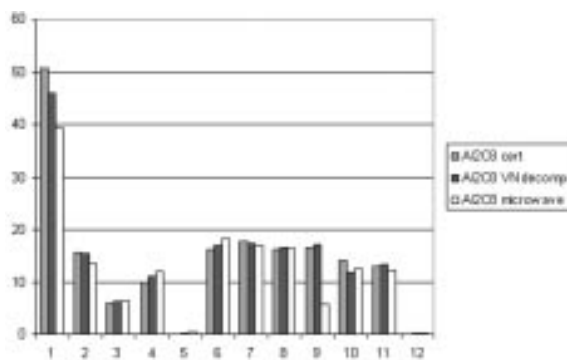
szétterelve dermedjen meg. Ezután 100 ml-es, magas főzőpohárban lévő 50 ml Still Plus vízbe téve lehűtjük, majd 5 ml 1:1 hígítású sósavat adunk hozzá.

Teflonbevonatú keverőmágneset teszünk a tégelybe, és 10 percig kevertetjük mágneses keverővel. Újabb 5 ml 1:1 sósav oldat hozzáadása után a kevertetést az ömledék teljes feloldódásáig folytatjuk. A tégelyt a pohárból kiemeljük, és a felületét gondosan belemossuk a pohárba. A pohár tartalmát átmossuk egy 250 ml-es normál lombikba és jelig töltjük. A törzsoldat 2 g/l-es, a nyomelemeket ebből határozzuk meg, a főkomponenseket pedig ebből készült 10-szeres hígítású oldatból. Ez a feltárás valamennyi főkomponens meghatározására ideális, beleértve a Si- és Na-tartalmat is. A nyomelemek közül természetesen a Li-ot és a bört nem lehet belőle meghatározni.

### Eredmények

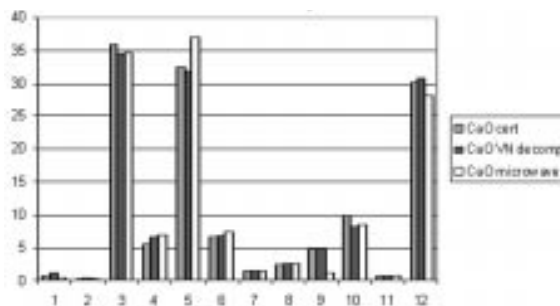
A következő néhány ábrán azt mutatom be, hogy egyes főkomponensek és nyomelemek esetében milyen egyezéseket kaptunk a 12 közetstandard hiteles értékeivel. Az ábrákon a „cert” oszlopok a hiteles (certified) értékeket jelentik, a „VN decomp” oszlopok a vietnami kombinált feltárások eredményeit; a „microwave” oszlopok pedig a mikrohullámú feltárások eredményeit. A méréseket a vietnami laboratórium Perkin Elmer Optima 5300 DV ICP-OES készülékével végeztük el.

A mikrohullámú feltárás sikeresnek mondható, kivéve a 9-es számú mintát, ahol valamilyen hiba történt, ezt később meg kell majd ismételni. Gyaníthatóan kevesebb volt a bemért mintamennyiség. A  $\text{SiO}_2$ -tartalom kivételével a legtöbb komponensre az eredmények jónak mondhatók, a feltárási paraméterek további optimalizálásával a vietnami partnerek a  $\text{SiO}_2$ -tartalmat is még javítani fogják tudni.

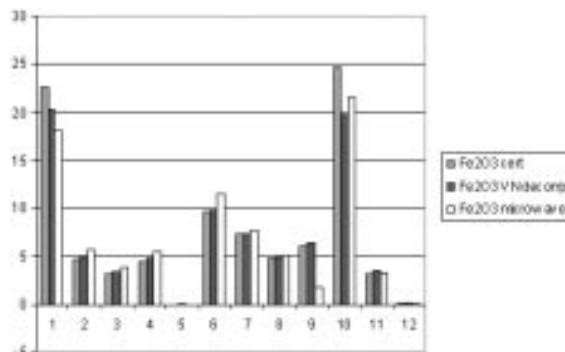


1. ábra:  $\text{Al}_2\text{O}_3$  eredmények

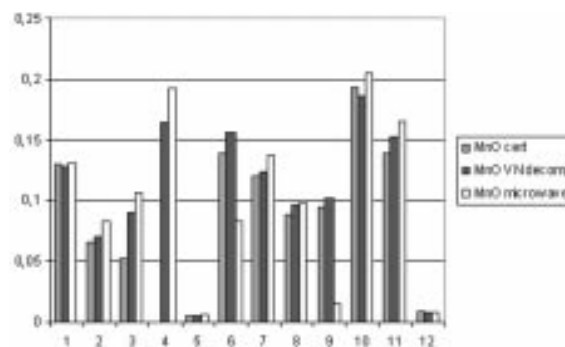
A nyomelem-meghatározások nem adtak mindig olyan jó eredményeket, mint a főkomponensek. A legtöbb esetben a gond abból adódott, hogy a vietnami laboratóriumban alkalmazott feltárás során a tégelyek cirkónium-tartalmából elég sok „beoldódik”, és ez jó néhány nyomelem esetében jelentős spektrális átfedéseket okoz, melyeket „elemek közötti hatás korrekció” számítással igyekeztünk csökkenteni. Tipikus példa volt erre az Ag mérésénél tapasztalható spektrális zavarás.



2. ábra: CaO eredmények



3. ábra:  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  eredmények



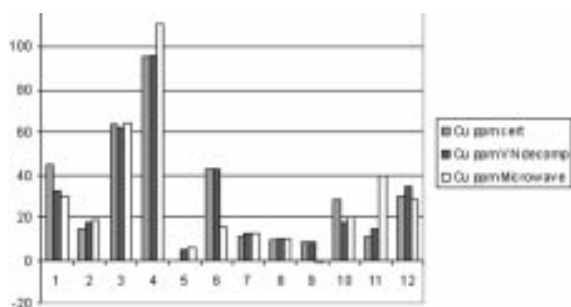
4. ábra: MnO eredmények

Egy másik probléma abból adódott, hogy a vietnami laboratóriumban alkalmazott vegyszerek nem voltak kellő tisztaságúak, gyakori volt az alkalmazott savak és vegyszerek magas szennyezettségi szintje As, Mo, Pb elemekre. A Ti spektrális zavarását is figyelembe kell venni a jövőben a Be, Bi, Co, Sb és az Sn esetében. Ez jól érzékelhetően látszott a magas (7,69%)  $\text{TiO}_2$ -tartalmú gabbró közetstandardból kapott nyomelem eredményeken. A vietnami partnereknek a MÁFI laboratóriumba teendő látogatásakor ezt a zavarást részletesen tanulmányoztuk majd a MÁFI nagyfelbontású ICP-AES (JY ULTIMA 2C) készülékével.

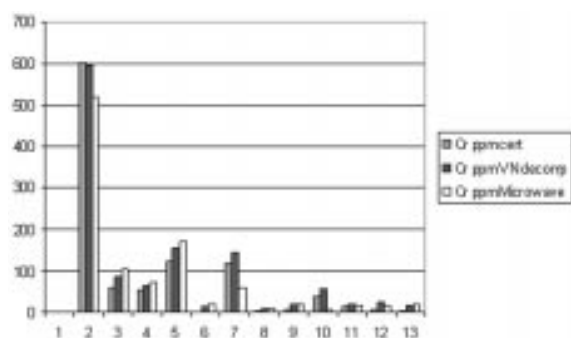
A következő néhány ábrán egyes nyomelemek egyezése látható.

Általában elfogadható eredményeket kaptunk a Cu, Cr, Pb és Ni elemekre. Néhány esetben tapasztalható pozitív, ill. negatív eltérés, mely a spektrális átfedések nem tökéletes korrekcióját mutatják (negatív értéknél az átfedés háttér pozícióban jelenik meg).

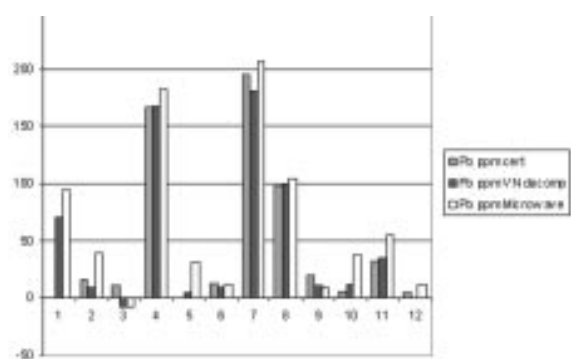




5. ábra: Cu eredmények



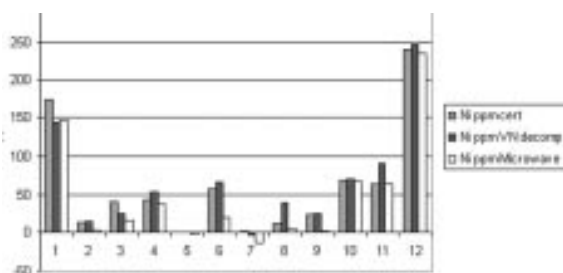
6. ábra: Cr eredmények



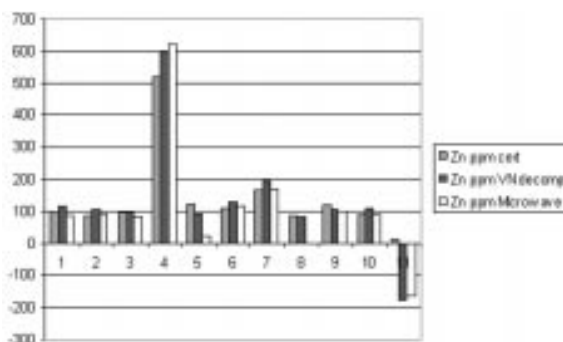
7. ábra: Pb eredmények



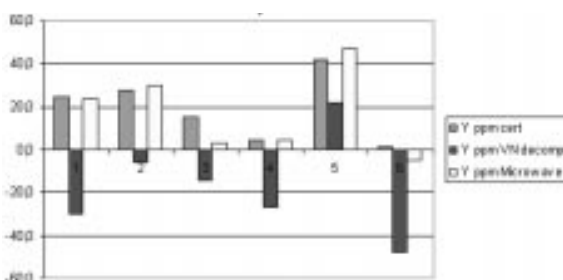
Evőpálcikákkal kevertük ki a feltárt mintákat



8. ábra: Ni eredmények



9. ábra: Zn eredmények



10. ábra: Y eredmények

A Zn (és a Ga) esetében negatív eredmények figyelhetők meg a dolomit minta esetében. Ca vagy Mg okozta spektrális átfedés lehet az ok a háttérpozíción. Ezt később még ellenőrizni kell!

Az Y (ittrium) esetében látható az ábrán, hogy a vietnami feltárásból nem kapunk jó eredményeket, viszont a mikrohullámú feltárást egészen elfogadható egyezéseket mutat. Itt nagyon valószínű, hogy a cirkónium okozta spektrális átfedésről van szó. Ezt is vizsgálni kell később.

Egyéb nyomelemeket is külön-külön értékelünk, és összehasonlítjuk majd az eredményeket a MÁFI ICP-AES készülékén mért értékekkel.

LiBO<sub>2</sub>-os feltárások értékelése: A vietnami laboratóriumban összesen 4 darab platina tégely állt rendelkezésre, így csak ennyi feltárást végeztünk el. Ráadásul csak kisméretű platina tégelyek álltak rendelkezésre, ezért a megszokottnál kisebb mennyiségeket: 0,1 és 0,2 g-ot mértünk be mind a magyar bauxit standardból, mind a vietnami, ismert összetételű bauxit mintából. Mivel nem voltak mágneses keverők, (jobb híján) evőpálcikákkal kevertettük ki a feltárt mintát.

Ennek ellenére nagyon jó eredményeket kaptunk. A feltárások eredményei láthatók a következő táblázatban.

**Fő és nyomelemek eredményei egy magyar bauxit-standard (Bauxit HU) és a vietnami laborban korábban elemzett minta (Bauxit VN) két-két feltárásából**

Néhány nyomelem esetében (Cu, Sr, Zn) a hiteles értékeknél magasabb értékeket kaptunk, valószínűleg az evőpálcikákból oldódott ki magas szennyezőtartalom. Az elemek egy részénél nem állt rendelkezésre hiteles vagy ismert érték a vietnami mintából, ezért hiányoznak a táblázatból. Ott a párhuzamos feltárások

egyezése támpontot adhat a mérés megbízhatóságára. A jövőben nagyobb (25 ml-es) platina tégléket kell beszerezni a vietnami laboratóriumban is, és néhány mágneses keverőt is, hogy megfelelő minőségben el lehessen végezni a minták kioldását. Másik lényeges feladat: az ICP-AES készülékhez be kell szerezni egy tartálék ködkamrát, fáklyát és porlasztó csöveket abban az esetben, ha a mikrohullámú vagy a bombás feltárás után börtartalmat akarnak meghatározni. Ennél a két feltárásnál ugyanis a feltárószert bört tartalmaz, ami csak nagyon lassan (órák alatt) mosódik le az említett alkatrészekről. Ezért gyakori és elfogadott megoldás a mintabeviteli rendszer komplett cseréje a két feladattípus között.

Minta	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> hiteles	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> mért	CaO hiteles	CaO mért	MgO hiteles	MgO mért	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> hiteles	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> mért
	%	%	%	%	%	%	%	%
Bauxit HU 0,1 g LiBO <sub>2</sub>	50,70	50,53	0,67	0,814	0,52	0,666	22,60	23,08
Bauxit HU 0,2 g LiBO <sub>2</sub>	50,70	51,66	0,67	0,782	0,52	0,714	22,60	23,71
Bauxit VN 0,1 g LiBO <sub>2</sub>	48,46	50,26		0,171		0,081	18,60	19,07
Bauxit VN 0,2 g LiBO <sub>2</sub>	48,46	48,66		0,073		0,038	18,60	19,03
Minta	MnO hiteles	MnO mért	SiO <sub>2</sub> hiteles	SiO <sub>2</sub> mért	TiO <sub>2</sub> hiteles	TiO <sub>2</sub> mért	Na <sub>2</sub> O hiteles	Na <sub>2</sub> O mért
	%	%	wt%	wt%	%	%	wt%	wt%
Bauxit HU 0,1 g LiBO <sub>2</sub>	0,13	0,144	6,63	6,79	2,49	2,46	0,04	0,675
Bauxit HU 0,2 g LiBO <sub>2</sub>	0,13	0,149	6,63	6,10	2,49	2,54	0,04	0,383
Bauxit VN 0,1 g LiBO <sub>2</sub>		0,063	2,92	4,78	2,88	3,02		0,375
Bauxit VN 0,2 g LiBO <sub>2</sub>		0,064	2,92	3,55	2,88	3,01		0,360
Minta	K <sub>2</sub> O hiteles	K <sub>2</sub> O mért	Cr hiteles	Cr mért	Cu hiteles	Cu mért	Ni hiteles	Ni mért
	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Bauxit HU 0,1 g LiBO <sub>2</sub>	0,04	0,154	605	827	45	214	174	192
Bauxit HU 0,2 g LiBO <sub>2</sub>	0,04	0,097	605	802	45	132	174	191
Bauxit VN 0,1 g LiBO <sub>2</sub>		0,100		555		227		47
Bauxit VN 0,2 g LiBO <sub>2</sub>		0,119		534		179		45
Minta	Mo hiteles	Mo mért	Sr hiteles	Sr mért	V hiteles	V mért	Zn hiteles	Zn mért
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Bauxit HU 0,1 g LiBO <sub>2</sub>	31	46	140	287	683	816	98	2920
Bauxit HU 0,2 g LiBO <sub>2</sub>	31	31,5	140	241	683	826	98	3547
Bauxit VN 0,1 g LiBO <sub>2</sub>		20		39		288		371
Bauxit VN 0,2 g LiBO <sub>2</sub>		7,5		19		290		333

**DR. BARTHA ANDRÁS** okl. vegyész, PhD, 1978-tól dolgozik a Magyar Állami Földtani Intézetben különböző beosztásokban, jelenleg a laboratórium kémiai osztályának vezetője. Közben 1991-1994-ben a Dél-afrikai Köztársaság Észak-Nyugat Területi Állama Geológiai Intézetének fő-geokémikusa volt. Pályája során fő szakmai feladatai voltak: víz-, geo- és agrárkémiai feladatok, neutronaktivációs, atomabszorpciós és ICP spektrometriás módszerek fejlesztése, geokémiai értékelések.

# Bauxitminőség-meghatározás geofizikai módszerekkel

DR. BALOGH IVÁN okl. geofizikusmérnök, kutatási szakértő (MOL Nyrt. KTD, Budapest)

*A szerző röviden összefoglalja a bauxitminősítés mélyfúrási geofizikai lehetőségeit az 1970-es, 1980-as években rendelkezésre álló eszközökkel, és leírja, hogy azokból mi valósult meg.*

*Ajánlom ezt az írást tanárainknak, oktatóimnak, volt kollégáimnak s az eljövendő (?) bányamérnökök nemzedékeinek*

Azt hiszem, nem sokan vitatják, hogy a hazai bányászat mélyrepülésben van, csak azt nem tudjuk, hogy ez már a mélypont, vagy van még lejjebb is. A közelmúltban meglepetés ért: előadásra kaptam felkérést régi kedves kollégámtól, hogy beszéljek a bauxitminőség geofizikai módszerekkel való meghatározásáról. A felkérést rövid bizonytalankodás után elfogadtam. Majd ezután kezdtem el gondolkodni, vajon miért is vállaltam el, mit tudok mondani, s kit érdekelhetnek egyáltalán az elmúlt dolgok. Persze egyszerűen azt is mondhatnám, hogy nosztalgiából vállalom az előadást, s régi kollégáknak szánom mondanivalómat. Ha azonban csak ennyi lenne a célja az előadásnak, elég lehangoló lenne. Talán lehet derűlátóbban is megközelíteni a dolgokat.

## Ars poetica helyett

A hazai bányászat valóban jelentősen visszaesett, azonban ez nincs mindenhol így a világon, s egyre kevésbé lesz így a későbbiekben. Az emberi civilizáció, a korszerű technika sosem nélkülözheti azokat az anyagokat, melyekhez bányászkodás révén lehet hozzájutni. Az idő haladtával a szükséges nyersanyagokat egyre nehezebb lesz megtalálni, felszínre hozni, feldolgozni, miközben a környezetre is sokkal jobban kell ügyelni, mint eddig tettük. Bár egyre nagyobb szerepe lesz a hulladékanyagok újrafelhasználásának, ennek ellenére növekedni fog a nyersanyagéhség, s a korábban nem ipari minőségűnek tartott érceket, ásványokat is bányászni fogjuk, s újra feldolgozzuk a meddőhányókat is. Tehát úgy gondolom, hogy a bányászatra a látszat ellenére később is szükség lesz.

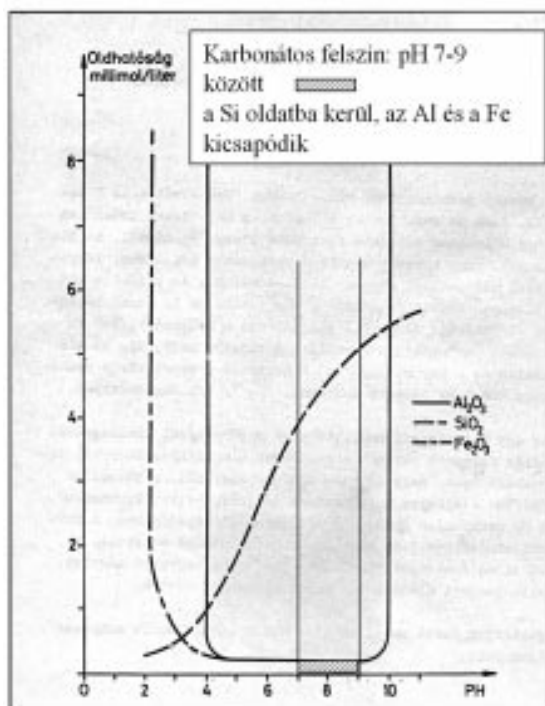
Ha így nézem a dolgokat, a nosztalgiázáson túl is lehet értelmes mondanivalóm. Az ismeretek, tapasztalatok megőrzésén (jó esetben továbbadásán) kívül, érdemes újra értékelni a hetvenes-nyolcvanas években végzett munkát. A bonyolult földtani helyzetben lévő, változó minőségű bauxit kutatása során olyan ismeretek, tapasztalatok keletkeztek, olyan technikák alakultak ki (kialakulhattak, mert akkor a gazdaságosság nem volt elsődleges szempont...), melyek még később, a nagyobb nyersanyagéhség idején hasznosak lehetnek.

## A bauxit fizikai-geofizikai paraméterei

Nézzük tehát, hogyan lehet a bauxitminőséget meghatározni geofizikai módszerekkel. A bauxit tulajdonságait, minőségét kémiai és ásványos összetétele határozza meg. A fizikai paraméterek kapcsolatban vannak az ásványi összetétellel. Ez nem jelenti azt persze, hogy fizikai paraméterekből egyértelműen lehetne az utóbbiakat meghatározni (ezek a paraméterek mástól is függenek, ezt a „mást” összefoglalóan a kőzet szövetének nevezhetjük...), bizonyos korlátok között, esetleg adott területre érvényes empirikus kapcsolatok révén, következtethetünk a bauxit minőségére. Ennek pedig igazán azért van jelentősége, mert a fizikai paraméterek mérése, mely fúrásban is elvégezhető, többnyire egyszerűbb, gyorsabb és olcsóbb, mint a kémiai és ásványi elemzés. A fúrólyukban végzett fizikai, azaz fúrólyuk geofizikai (karotázs) mérésekről azonban el kell mondanivalót, hogy előbb említett előnyükön kívül (nem kell fúrómagot venni, a fúrólyukban elvégezhető a mérés), hátrányuk is van a hagyományos anyagvizsgálattal szemben: nevezetesen hogy fúrólyukban soha nem lehet olyan pontosan ismert mérési geometriát és stabil körülményeket teremteni, mint laboratóriumban. Ez persze a pontosság rovására megy, amit bizonyos mértékig ellensúlyoz az, hogy a karotázs „folyamatosan” szolgáltatja az adatokat. A folyamatos mérés eredményeképpen a trendek vagy éppen a változékonyság jobban felismerhetők, s a mélységadatok is megbízhatóbbak. További előny, hogy a bemért térfogat általában többszöröse a fúrómagnak. (Ez persze problémákat okozhat a laboradatokkal való közvetlen összehasonlításnál...) Mindezeket az előnyöket és hátrányokat figyelembe véve lássuk most már, hogy mit lehet „kihozni” a karotázs mérésekből.

A hazai bauxitok karbonátos (dolomit vagy mészkő) felszínen, szárazföldi viszonyok, tehát bázikus és oxidatív környezetben keletkeztek, mint azt egy régi (minden tankönyvben megtalálható) ábra mutatja (1. ábra). Az oldhatósági séma jól jellemzi a helyzetet: 7-9 pH között a szilícium oldatba megy, míg az alumínium és a vas kicsapódik. A bauxitok vörös színe az oxidált vasiontól származik. Az így keletkezett bauxittelemek megőrzéséről a transzgresszió gondoskodott. Ha ennek első fázisa édesvízi láposodás, az savasodást, pH-csökkenést jelent-





1. ábra: Karsztbauxit keletkezése

hetett, ami viszont a szilícium kicsapódásához, piritesedéshez, azaz a bauxit minőségének romlásához vezetett. A közvetlen fedőben széntelep is keletkezhetett. Ha a pH nem savasodik, szénterítés okozhat minőségromlást, a fedőben édesvízi mészkő is előfordulhat. A bauxitos (szenes) képződményeket végül csökkent sótartalom, majd tengeri üledékek, márgák, mészkövek zárták. A fenti folyamatok során a bauxitban, illetve a fedőben és feküben keletkező legfontosabb ásványok, és néhány fontos fizikai paraméterük az 1. táblázatban látható.

1. táblázat:

Ásvány	Kémiai képlet	Sűrűség (g/cm <sup>3</sup> )	Hidrogén porozitás	Látszólagos hidrogén porozitás
Böhmít/Diaszpor	AlOOH	3,04	45,5	
Gibbsit	Al(OH) <sub>3</sub>	2,35	81,4	
Kaolinit	Al <sub>2</sub> (OH) <sub>4</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2,59	36,1	37
Chlorit	(Mg,Fe,Al) <sub>3</sub> (Si,Al) <sub>4</sub> O <sub>10</sub> (OH) <sub>2</sub>	2,77		52
Illit	K <sub>1-1,5</sub> Al <sub>2</sub> (Si <sub>3-3,5</sub> Al <sub>1-1,5</sub> ) <sub>4</sub> O <sub>20</sub> (OH) <sub>4</sub>	2,53		30
Montmorillonit	(Ca,Na) <sub>0,3</sub> (Al,Mg,Fe) <sub>2</sub> (Si,Al) <sub>4</sub> O <sub>20</sub> (OH) <sub>2</sub> (H <sub>2</sub> O) <sub>n</sub>	2,12		44
Rutil	TiO <sub>2</sub>	4,25	0	
Anatáz	TiO <sub>2</sub>	3,9	0	
Goethit	FeOOH	4,2	42,5	60
Hematit	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,1	0	11
Pirit	FeS <sub>2</sub>	5,05	0	-3
Sziderit	FeCO <sub>3</sub>	3,94	0	12
Dolomit	CaCO <sub>3</sub> MgCO <sub>3</sub>	2,71	0	-1
Mészkő	CaCO <sub>3</sub>	2,87	0	1
Víz	H <sub>2</sub> O	1,0	100	100

\*Ne lepődjünk meg ezen a magas „porozitás” értéken, ez nem valódi, hanem látszólagos porozitás, ami a kőzet összes hidrogéntartalmát tükrözi! (Lásd az 1. táblázatot.)

2-3. táblázat:

Egy jó minőségű bauxit ásványos összetétele és elemzési adatai

Ásvány	Térfogat %		Súly %
Böhmít	20	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	53
Gibbsit	20	SiO <sub>2</sub>	4
Kaolinit	10	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	25
Goethit	5	Izzítási veszteség	18
Hematit	5		100
Víz	40		
	100		

„Építsünk fel” ezekből az ásványokból egy jó minőségű bauxitot, a 2. táblázatban megadott térfogat százalékok szerint. Milyen lenne ennek a bauxitnak az ötalakító elemzése? A laboratóriumi analízist szárítás előzi meg, ekkor a szabad víz (a 2. táblázatban 40%) elpárolog. Ezt izzítás követi, mely során eltávozik az ásványok kristályvize, valamint az esetleges kén-, szervesanyag- és karbonáttartalom is. A laboratóriumi adatokat súly %-ban szokás megadni. Ezeket figyelembe véve a 2. táblázatbeli adatok átszámíthatóak: az eredmény a 3. táblázatban látható. Az 1. táblázatban megadott, ásványokra vonatkozó fizikai paramétereknek megvan az a jó tulajdonságuk, hogy amilyen arányban „vesszük” az ásványokat, olyan arányban adódnak össze ezek a paraméterek is. (Ez nem minden fizikai paraméter esetében van így, például az elektromos ellenállás nem így viselkedik. Az 1. táblázatba nem is vettem fel.) Ily módon ennek a bauxitnak a

– sűrűsége 2,2 g/cm<sup>3</sup>

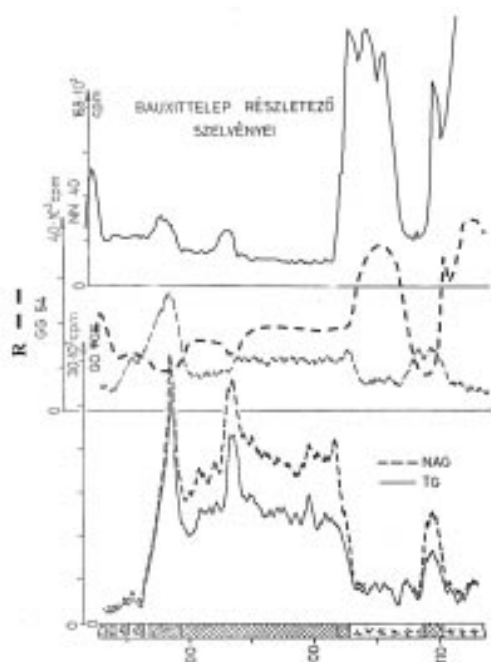
– látszólagos porozitása pedig 71,1\* térf. % lesz.

A táblázatokat vizsgálva könnyen rájöhettünk, hogy egy rosszabb minőségű bauxit (például magasabb agyag/kaolintartalommal) nagyobb sűrűséget és kisebb látszólagos porozitást fog mutatni.

A bauxit főbb ásványai és azok egyes fizikai paraméterei

## A bauxit kvalitatív értékelése fúróluk geofizikával

Ezen a „tapasztalaton” felbuzdulva nézzük meg, milyen fizikai paramétereket tudtunk mérni. A 2. ábrán egy bauxitos összletben felvett szokásos mérés együttes látható. A gamma-gamma és a neutron-neutron mérések a sűrűséggel, illetve a hidrogén-porozitással arányosak (GG54 ill. NN40, a számok a szondahosszakat jelentik cm-ben). Mindkét mérés egy sugárforrás (gamma-, ill. neutronforrás) illetve egy detektor (gamma-, ill. neutrontetektor) közötti anyag árnyékoló hatásával arányos. A dolomit fekvő nagy sűrűségű és kis porozitású, következésképpen a gammasugárzást jobban, a neutronsugárzást kevésbé árnyékolja, mint a felette lévő bauxit. A dolomit fekvőben egy agyagos csíkot (esetleg vetőzónát) látunk. A bauxitos összlet sűrűsége nem egyöntetű: minőségi változásra utal. A bauxit felett törmelékes zóna, majd mészkő következik. A NN szelvény szintén tükrözi a minőségi változásokat. A fizikai paraméterek táblázatában nem szerepelt, de mérni tudtuk még a fajlagos ellenállást is (R). Az ásványokra vonatkozó táblázatban azért nem adtam meg az ellenállást, mivel általában az ásványok jó szigetelők, s így az egyes ásványok ellenállása, valamint a belőlük felépült kőzet ellenállása között nem sok kapcsolat van. Az ellenállást nem az ásványszemcsék, hanem a pórusokban található víz, illetve a pórustér szerkezete határozzák meg. Kivételt képeznek az agyag (és bauxit) ásványok, mivel képesek vezetni az áramot. A jó vezetőképesség (alacsony ellenállás) tehát nagy porozitást vagy agyagosságot jelez, a nagy ellenállás kompakt kőzetet. A bauxitok valahol a kettő között vannak. A megfigyelések szerint a karbonátos fekvő kőzetei több száz, vagy akár ezer ohm ellenállást mutatnak, a bauxit maga 100-120 ohm körül szokott lenni, a fedő mészkövek, márgák néhányszor száz,



2. ábra: Karotázs mérések bauxitos összletben

míg az agyagok ellenállása néhányszor tíz ohm. Tehát a tapasztalat szerint a bauxit kijelölésében, tagolásában, agyagosságának vagy karbonátos szennyezésének jelzésében az ellenállás szelvény is segít.

A 2. ábrán azonban látható, hogy az összlet tagolására talán legjobban a természetes gamma mérés alkalmas. A természetes gamma sugárzást általában a  $K^{40}$ , valamint az urán és a tórium bomlása során keletkező radioaktív izotópok okozzák. Mivel a kaolinit káliumot (alig, vagy) nem tartalmaz, a bauxitokban a természetes sugárzás forrása lényegében az urán és a tórium. Az agyagok szintén magasabb sugárzási szintet mutatnak, azonban ott a  $K^{40}$  is jelentős szerepet játszik. A  $K^{40}$  és az urán illetve tórium sugárzásának szétválasztására képes energia-szelektív gamma mérés tehát alkalmas az agyagok és bauxitok elkülönítésére. Sajnos annak idején ilyen eszközzel nem rendelkezünk, pedig segítségével vizsgálhattuk volna az urán és tórium arányát. Ez azért lehet érdekes, mert az urán és a tórium különböző módon viselkedik. Az urán könnyen migrál, s koncentrációja attól függ, hogy az adott környezet alkalmas-e fizikai megkötésére (adszorpció). Az agyagásványok, s a bauxitot alkotó böhmít és gibbsit nagy negatív felülete kiváló adszorbens. Ezen túl a bauxittelemek keletkezésakor uralkodó szárazföldi, oxidatív viszonyok az uránsók bepárlását, tehát helyben maradását, feldúsulását okozzák. A feloxidált urán ionsugara hasonló az oxidált, vörös színű ferrivas ionsugarához, ezért itt az urándúsulások a hematit- és goethittartalommal korrelálnak. A bauxitképződést záró transzgressziós folyamat többnyire édesvízi láposodással kezdődik, ekkor a megjelenő víz kioldja az urán egy részét. Itt sugárzáscsökkenést észlelünk. A láposodás előrehaladtával  $H_2S$  keletkezik, ami redukáló, savas környezetet alakít ki. Az urán redukálódik, s mivel ez a forma stabilabb, utólagos diagenetikus hatásokkal szemben védettebb. A szelvényeken a bauxit záró szintjében ezért gyakran intenzív sugárzási csúcs található. Itt a vas is ferrovássá redukálódik, a bauxit pirites, kénes és szürke színű lesz. Végül utólagos hatások, réteg- ill. talajvizek áramlása miatt a könnyen migráló urán koncentrációja posztgenetikusán is megváltozhat. A tórium az uránnal ellentétben nehezen oldódik, általában ásványokhoz kötötten mozog, s az üledékek finomtörmelékes frakciójában (homokkő) dúsul. Ami kevés oldatba jut, szinte azonnal agyagásványokhoz kötődik. Az agyagásványok közül is kiemelkedik a bauxit ásványainak (böhmít/diaszpor és a gibbsit) tóriumtartalma. A tórium utólagos diagenetikus hatásokra nem érzékeny, s a bauxit tóriumtartalma nem mutat olyan változékonyságot, mint az urán. A 2. ábrán hagyományos, nem energiaszelektív szelvény látható, tehát a kálium, urán és tórium sugárzása nem különíthető el. Ennek ellenére megállapítható, hogy ebben a bauxit összletben a keletkezése során egy átmeneti láposodás is bekövetkezett redukatív környezettel, majd a szárazföldi oxidatív viszonyok visszatérése után a bauxitképződés tovább folytatódott. Végül a folyamatot a visszatérő láposodás zárta le.

## A bauxit kvantitatív értékelése fúrólyuk geofizikával

Eddig a minőségi, kvalitatív értékelés lehetőségeit mutattam be, azaz azt, hogy hogyan lehet a mérések alapján a bauxitletepet kijelölni, s minőségét megbecsülni. A geofizikai mérések azonban még ennél is többre képesek: alkalmasak arra is, hogy a bauxit minőségét meghatározó paramétereket, azaz az alumínium- és szilíciumtartalmat számszerűen, meglepő pontossággal meghatározzák. Mint majd alább látjuk, az alumíniumtartalom mérését rutinszerűen végeztük neutronaktivációs szelvényezéssel, a szilíciumtartalom mérésére szolgáló módszernek pedig kidolgoztam az elméleti alapjait.

### Az alumíniumtartalom meghatározása

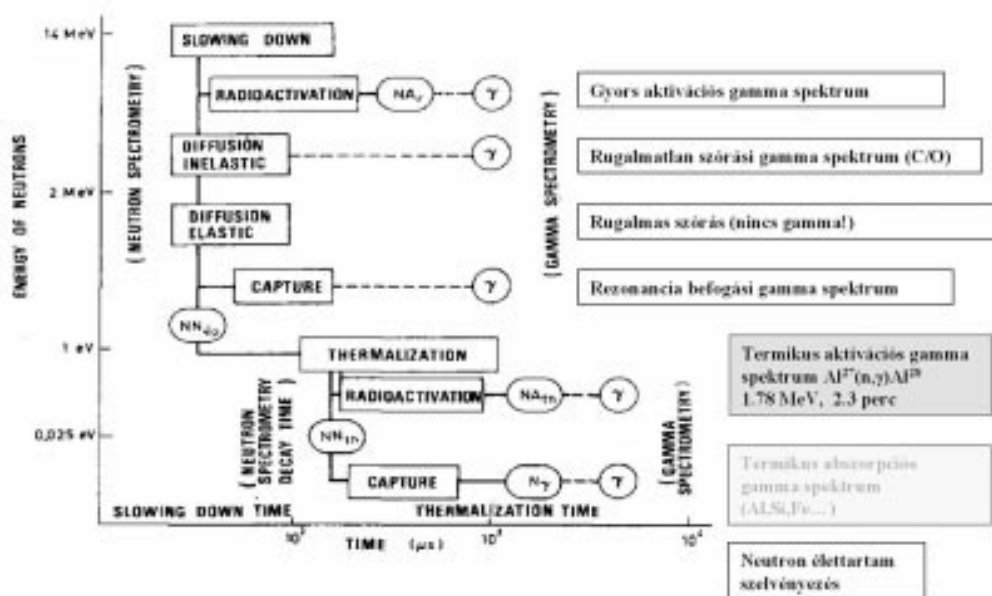
Az Al-tartalom mérése a termikus, ill. epitermikus neutronok által kiváltott  $\text{Al}^{27}(\text{n}, \gamma)\text{Al}^{28}$  reakción alapul. A kapott reakció termék radioaktív: 1,78 MeV energiájú gammasugarakat bocsát ki, 2,3 perces felezési idővel (3. ábra). Az NAG szelvényezést hagyományos – ELGI által gyártott – 43 mm átmérőjű nukleáris szondákkal végeztük. A szonda alsó toldatában Cf-252 neutronforrás volt elhelyezve, ettől 160 cm-rel feljebb volt egy szcintillációs gammadetektor. A mérés a bauxitletep felkijéből indult felfelé. Ekkor a nagy forrás-detektor távolság miatt csak a természetes gamma háttér került regisztrálásra. A bauxitletep felett 4-5 méterrel megállítottuk a szondát, s 2-3 perc várakozás után elindítottuk visszafelé. Lefelé menet a gamma detektor a neutronforrás által felaktivált bauxit előtt haladt el, s az aktivációs sugárzás, valamint a háttér összegét mérte. A

szokásos vontatási sebességek a felezési idő, és mérés pontossági követelményei miatt felfelé 1,5 m/perc, lefelé 1 m/perc voltak. A regisztrálást 1:100-as léptékben végeztük, ami lehetővé tette a regisztrátum 10 cm-es felbontással való értékelését. Az 4. ábrán egy ilyen NAG mérés eredménye is látható. A felfelé és a lefelé haladó mérést azonos nullvonalra rajzolva a két görbe közötti különbség (elválás) az aktivációs sugárzással, s így az alumínium-koncentrációval arányos. Ez az elválás azonban nem csak az alumíniumtartalomtól függ, hanem még a következő paraméterektől:

1. a neutronforrás erőssége
2. a közegben kialakuló termikus – epitermikus neutronsűrűség
3. a gammasugárzás gyengülése a kőzetben
4. a gammadetektor érzékenysége
5. a forrásdetektor-távolság
6. a vontatási sebesség
7. a fúrólyuk átmérője
8. a fúrólyukban van-e fúróiszap, vagy száraz a fúrás (ez a karbonátos fekü miatt gyakori volt)
9. nyitott-e a fúrás vagy csővezve van, esetleg a fúrószáron keresztül történt-e a mérés.

Az első, a harmadik, negyedik, ötödik, valamint a hatodik paraméter hatását a következő „szörnyű” numerikus integrál segítségével vizsgáltam. Az integrált különböző paraméter értékekkel számítottam ki\* (mágneskártyával programozható HP zsebkalkulátor segítségével: annak idején nem volt jobb számítástechnikai eszközünk!).

$$I = \frac{\lambda \sigma n \Phi_{0\text{eff}}}{2v} e^{-\frac{\lambda l}{v}} \int_{\rho=\rho_0}^{\infty} \rho \int_{\xi=-\infty}^{\infty} \frac{e^{\frac{\lambda}{v} \xi - \mu \sqrt{\rho^2 + \xi^2}}}{\rho^2 + \xi^2} \int_{\eta=\xi-l}^{\infty} e^{-\left(\frac{\lambda}{v} \eta + \sqrt{\rho^2 + \xi^2} \frac{L}{L_g}\right)} d\eta d\xi d\rho$$



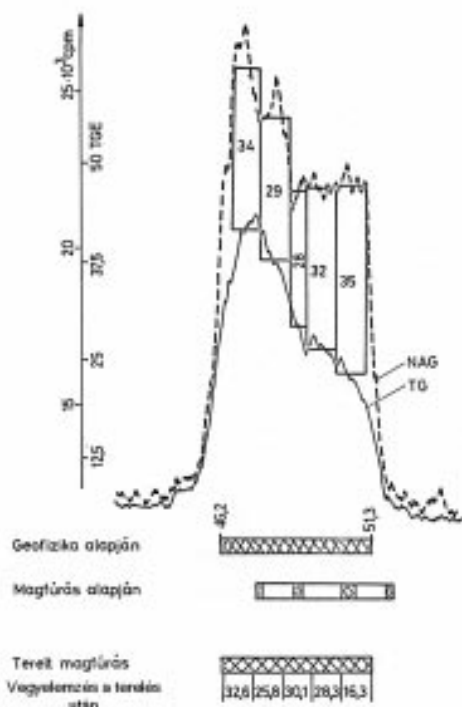
3. ábra: Neutron módszerek (Brafman et al. 1977)

\* Az integrál betűinek jelentése:  $\eta, \xi, \rho$  térkoordináták,  $l$  szondahossz,  $v$  vontatási sebesség,  $L, \Phi$  neutron diffúziós hossz és fluxus,  $\lambda, \sigma, n$  az izotóp felezési állandója, hatáskeresztmetszete, koncentrációja

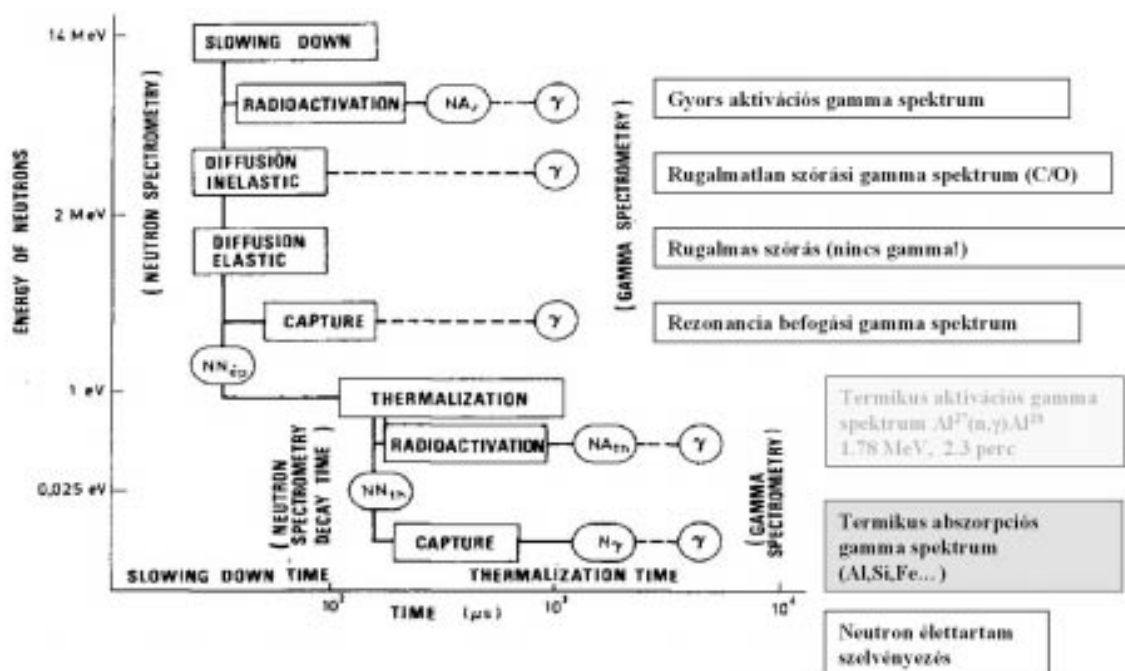
Az eredmények ellenőrzése céljából, valamint a további paraméterek hatásának vizsgálatára a Nyírád térségi Nyírespusztán 1980. év végén, műszaki fejlesztési keretből mélyített öt etalon kútban Horváth József kollégámmal végeztünk méréseket. A számítások és mérések eredményeképpen sikerült olyan értékelési rendszert kialakítani, mellyel a bauxit alumíniumtartalmát elég jó pontossággal lehetett számítani. A mérések pontosságát persze lehetett/lehet vitatni. Ha a pontosság alatt azt értjük, hogy a mérések megismétlésekor mennyire pontosan kapjuk vissza az első eredményt, akkor azt mondhatjuk, hogy a pontosság kifejezetten jó volt (1-2 alumínium%). Ha viszont a laboratóriumi adatokkal hasonlítjuk össze eredményeinket, akkor már van miről beszélni (előfordult 4-5 alumínium% eltérés is). Az eltérések oka többféle lehetett. Maga a modell, ami alapján a számításokat végeztük, korlátozott pontosságú volt, nem vette figyelembe a kőzetben kialakuló neutronsűrűség változásait, s a visszaérkező aktivációs gammasugarak változó mértékű kőzetbeli gyengülését. Másrészt a geofizikai mérés és a laborelemzés nem ugyanarra a kőzetre vonatkozik. A laborelemzést a magmintákon végzik, míg a geofizikai mérés a fúrólyukat (magot) hengerpalástszerűen körülölelő térfogat-egységre vonatkozik. Ez a térfogatszámításaink szerint többszöröse a mag térfogatának, így a geostatistika szabályai szerint nem lehet csodálkozni rajta, ha némileg más eredmények adódnak. Az eltérések harmadik oka pedig az, hogy a geofizikai mérés a kőzet bányanedves térfogatára vonatkozik, míg a laborban a mérés szárítás után következik. Mindenesetre miután módszerünkől Horváth Józseffel angol nyelvű cikket jelentettünk meg az ELGI folyóiratában, a világ több részéből

is érdeklődtek eredményeink után, s a cikk a Log Analyst bibliográfiájába is bekerült.

A 4. ábrán szép példa látható a módszer alkalmazhatóságára: az öt méter vastagságú bauxitból csak 4 db, 20-40 cm-es magot sikerült szedni. A geofizikai mérés jelezte a jó minőségű bauxitot, s megadta a valódi vastagságot is. A fúrás elterelése (megismétlése) után az ábra alsó sorában látható módon sikerült a teljes

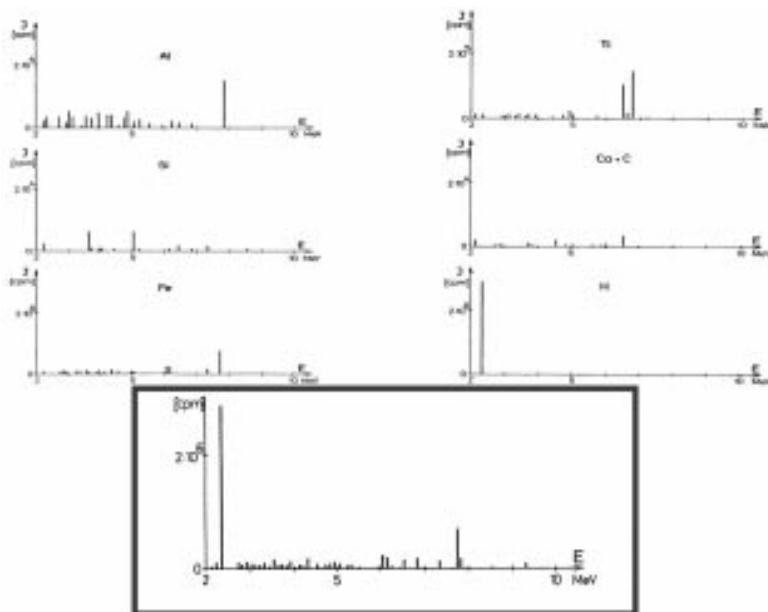


4. ábra: NAG mérés értékelése bauxitban



5. ábra: Lehetőség a Si-tartalom mérésére





6. ábra: Bauxit NG spektruma a keletkezés helyén

magszedés, s a laboratóriumi mérések igazolták az általunk megadott alumíniumtartalom értékeket.

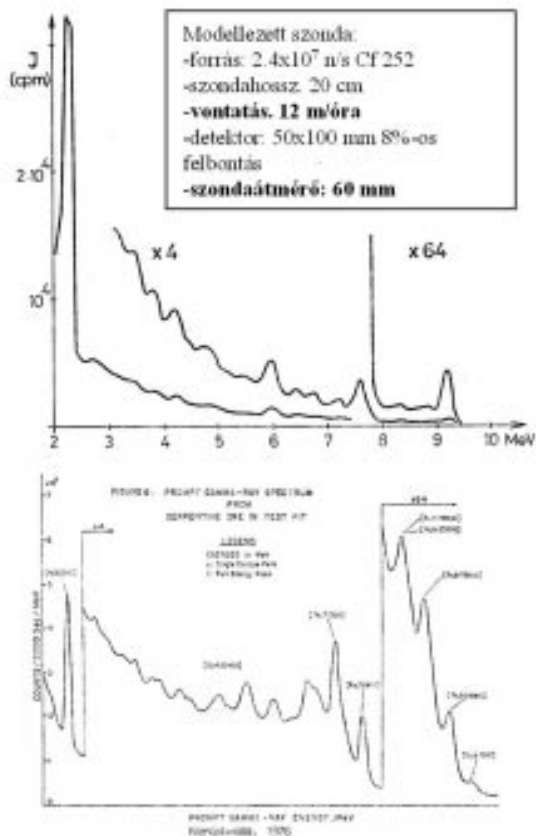
#### A szilíciumtartalom-meghatározás lehetősége

A bauxit minősítéséhez a szilíciumtartalom ismerete is szükséges. A neutronaktivációs módszer fűrólyukbeli körülmények között nem bizonyult alkalmasnak a szilíciumtartalom meghatározására, mivel a  $\text{Si}^{29}(\text{n}, \text{p})\text{Al}^{29}$  reakció gyors neutronokat igényel, s a bauxit nagy hidrogéntartalma miatt (a fűróiszapról nem is beszélve) a gyors neutronok nagyon hamar termalizálódnak. Másik lehetőségnek látszott a szakirodalom alapján a termikus neutronok által kiváltott prompt gamma sugárzás (NG) vizsgálata (5. ábra). Az aktivációs méréseknél a keresett izotóp felezési idejét ismerve, ha jól választjuk meg a felaktiválás idejét, elegendő várakozás után szerencsés esetben csak az az egy izotóp fog sugározni (szükség esetén energiaszelektív mérés segíthet az izotóp elkülönítésében). A prompt sugárzás mérésekor azonban nemcsak egy vagy néhány izotóp „szólal” meg, hanem szinte az összes, bauxitban található izotóp. Ami segít, hogy mindegyik „a saját nyelvén beszél”, azaz mindegyik saját spektrummal rendelkezik. Itt tehát csak az energiaszelektív mérés adhat esélyt a keresett izotóp kiszűrésére. A 6. ábrán a bauxit jelen módszer szempontjából legfontosabb összetevőinek sugárzási spektrumait láthatjuk. Az ábra alsó részén a sugárzás (2. táblázatbelihez hasonló összetételnek megfelelő) összegzését látjuk. A szilícium hatásának kiválogatása ebből a spektrumból eléggé „Hamupipőke feladatnak” tűnik. Pedig a helyzet még ennél is rosszabb, hiszen a gamma sugarak a keletkezési helyüktől el kell jussanak a detektorig, ami a közvetlenül való áthaladás során az energia függvényében való gyengülést jelent, s maga a detektor is durván torzíttja, simítja a spektrumot. Az eredményes méréshez a nálunk használatban volt 43 mm átmérőjű

szondákba beépíthetőnél nagyobb kristályra van szükség. A 7. ábra alsó részén a kanadai SCINTREX 76x76 mm-es detektorral (90 mm-es szonda) szerpentinitben végzett mérése látható. A SCINTREX cég a módszert nikkellaterit és réz-porfir ércekben is használta nikkel-, vas-, alumínium-, szilícium- és rézkoncentráció mérésére. A mérések értékelése során energia „ablakok”-ban kapott beütésszámok és az elemi összetétel között kerestek korrelációt. A 7. ábra felső részén a 6. ábra modellezett spektrumát látjuk, egy 50x100 mm-es, 8% felbontású detektorra számítva, 20 cm-es szondahossz, 12 m/ó vontatási sebesség és  $2,4 \times 10^7$  n/s Cf252 neutronforrás használata mellett. Egy ilyen detektor már beépíthető 60 mm-es szondába, hátránya viszont, hogy a detektor térfogata csak a SCINTREX detektor fele, s ráadásul nem „szimmetrikus”, hanem elnyúlt geometriájú.

Azonban ebben az időben az olajiparban már nagy teljesítményű, stabil spektrum analízatorokat kezdtek használni, melyek lehetővé tették az ablakos technikánál jóval pontosabb, úgynevezett spektrum lefejtési eljárás alkalmazását, s mindezt az olajos mélyfúrások nagy hőmérséklete és magas nyomása mellett. Feltételeztem, hogy ugyanezt meg tudjuk csinálni a kis hőmérsékletű és nyomású bauxitos fúrásokban is, s így ellensúlyozható a detektor kisebb térfogata és kedvezőtlen geometriája.

A spektrumlefejtési eljárás lényegében egy lineáris matematikai módszer, mely a sokcsatornás mérésből megállapítja, hogy az miként épült fel az elemi spektrumokból (lásd a 6. ábrát), s így tud elemi összetételt számolni. A 7. ábra felső, számított-modellezett spektrumára ezt a spektrumlefejtési módszert alkalmazva a 4. táblázatbeli eredményeket kapjuk. A tiszta, statisztikus zajjal nem terhelt spektrum visszafejtésével a kiindulásként felvett 3,03 szilícium% helyett 3,16 szilícium%-ot kapunk. Zajjal terhelt spektrumra is elvégezve a számításokat 1,88-4,21 szilícium% közötti eredményeket kaptam, ami igen biztatónak mondható. (Csak érdekességgént jegyzem meg, hogy a szilíciumtartalom mérésére irányuló módszer lehetőségeinek vizsgálata során már Commodore 64 „számítógép”-et használtam, s alapvetően Monte Carlo módszert alkalmaztam. A Commodore 64 éjszakákon keresztül futott...) Mire idáig eljutottam, a hazai bauxitkutatás már lefelé menő ágba került, viszont Pinault (1988) cikke bizonyította, hogy jó úton jártunk. Pinault foszfátos érc foszfor-, kén-, szilícium-, kalcium-, magnézium-, vas- és alumíniumtartalmát határozta meg fűrólyukakban a „mi” módszerünkkel. A méréshez  $4,3 \times 10^6$  n/s Cf 252 neutronforrást, 50x100 mm BGO detektort, 15 cm-es szondahosszt és 12 m/ó vontatási sebességet használt (lásd a 7. ábrán a modellezett szonda paramétereit).



7. ábra: Detektált SNG spektrum

	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> [%]	SiO <sub>2</sub> [%]	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> [%]	TiO <sub>2</sub> [%]
Eredeti adatok:	54,49	3,03	28,13	2,05
Tiszta spektrum:	54,47	3,16	28,13	2,04
Zajos spektrumok:				
1.	52,07	1,68	28,61	2,05
2.	52,82	4,21	28,03	2,11
3.	53,61	2,41	28,35	2,01
4.	54,26	3,52	28,09	2,06
5.	54,10	3,23	27,90	2,11

4. táblázat: Spektrum lefejtéses értékelés eredménye és pontossága

#### Számvetés

Ennyit sikerült elérnünk. Nem sokkal ezután elkezdődtek a leépítések, s elsőnek a geofizikai osztálytól „szabadultak” meg. Van azonban még valami, amin érdemes elgondolkodni. Bányamérnök hallgatóként (1975-ben végeztem) a szenes geofizikát és karotázst állították eléünk példaképpül. Ott már akkor meg tudták határozni fúrólukban a fűtőértéket s a hamutartalmat GG mérések segítségével. Példaként mutatok egy

Fábiáncsics Lászlótól származó, 1984-ben készült táblázatot (5. táblázat). Mennyire emlékeztet ez a 4. táblázatra! A lényeges különbség, hogy ez valódi mérések eredménye, s figyelembe vették a geológusok a jelentésük készítése során. Bár mi is eljutottunk az alumíniumtartalom hasonló módon való számításáig (a szilíciumtartalom mérésével adósak maradtunk), az alumínium adatainkat, sőt a telep-, ill. összlethárainkat, minőségi tagolásunkat sem, vagy csak esetenként vettük figyelembe. Mi lehetett ennek az oka? Ez a kérdés azért érdekes, mert tanulságos lehet a jövőre nézve, ha majd megint felvetődik a kérdés: kell-e a geofizika.

Úgy gondolom, ennek többféle, földtani, technikai, szakmai, valamint szabályozási és egyéb érdekvizonyokból származó oka is volt. A szenek rétegesen, viszonylag nagy kiterjedésű telepekben találhatók a hazai karsztbauxitok viszont lencsésen helyezkednek el. A szeneknél többnyire vízzáró, a bauxitoknál karsztos a fekü, aminek eredményeképpen a bauxitos fúrások gyakran szenvedtek teljes vízvesztéséget, s gyakran csövezni kellett még a geofizikai mérés előtt, vagy fúrászaron keresztül kellett mérni. A földtani kutatás során mindkét esetben magfúrásokra támaszkodtak. A szeneseknél orosz, a bauxitosoknál nyugatnémet fűrógépeket használtak. A szeneseknél a magfúrást szimplafalú magcsővel végezték, minden magszedésnél ki kellett építeni a teljes rudazatot. A bauxitos Wirth gépek kisebb átmérőjű, duplafalú magcsővel, gyors-magszedő technológiával dolgoztak, ami nemcsak jelentős munka- és időmegtakarítást eredményezett, hanem a magszedés biztonságát korábban elképzelhetetlen tökélyre emelte. Mégis mindkét esetben előfordult maghiány, a szeneseknél az elavult technológia miatt, a bauxitosoknál a vízvesztés, a váratlan geológiai változások, esetleg a technológiai fegyelem be nem tartása miatt. A szabályozási és érdekvizonyok hasonlóak voltak a szocialista gazdálkodásból adódóan. A Bauxitkutató Vállalatnál nem tudták megmondani, mi a teljes szelvényű és a magfúrás költsége közötti különbség. A vállalati bevétel alapja az összköltség illetve a fűrási folyóméter volt. A földtani

#### OROSZ LÁNY - 2277

szérmínősségi paraméterei geofizikai mérések alapján

Dep- szám	mélységköz /m/	vastagság /m/	tőrfogat- súly /t/m <sup>3</sup> /	fűtőérték /kJ/kg/	hamu- tart. %/	nedv. %/
1.	424,65-429,00	0,35	1,33	20,843	9,9	18,9
2.	425,65-429,95	0,30	1,42	18,575	10,5	17,6
3.	426,70-427,40	0,70	1,80	7,845	52,0	11,9
4.	427,40-428,95	1,55	1,32	20,872	9,0	18,9
5.	429,95-429,35	0,40	1,85	13,290	30,5	14,7
6.	429,35-429,80	0,45	2,18	1,801	70,5	8,3
7.	429,80-430,80	0,80	1,25	20,193	11,3	18,5
8.	430,80-431,25	0,45	1,50	16,736	22,4	16,6
9.	431,25-431,80	0,55	1,85	8,694	48,3	12,1
10.	431,80-432,75	0,85	2,00	5,248	59,4	10,2
11.	432,75-433,70	0,95	1,54	15,817	25,4	16,0
12.	433,70-434,00	0,30	1,78	10,303	43,1	13,0
13.	434,00-434,45	0,45	1,87	12,890	35,0	14,4
14.	434,45-434,95	0,50	2,20	652	74,0	7,7
15.	434,95-435,40	0,45	1,63	13,749	32,0	14,9
16.	435,40-436,20	0,80	1,88	8,005	50,5	11,9

5. táblázat: OFKfV szenes értékelés

kutatás illetve a zárójelentés készítése során a Központi Földtani Hivatal előírásait, s a szakma írott és íratlan szabályait kellett betartani.

Lássuk, mit jelentettek az itt bemutatott viszonyok a mélyfúrás geofizika szempontjából. A legfeltűnőbb különbség, hogy a bauxitos fúrások a szeneseknél kisebb átmérőjűek, gyakran szárazak és még ennél is gyakrabban csővezettek voltak (már a mérés előtt). A lyukát-mérőből következően a szeneseknél a geofizikai szondák átmérője 60 mm volt, a bauxitkutatásban viszont csak 43 mm. Energiaszelektív gammamérést ilyen kicsi, 43 mm-es átmérőbe beépíthető kristály (szcintillációs detektor) mérettel nem lehet végezni. Sajnos a Sirtartalom mérésére az előző fejezetben javasolt módszer is legalább 60 mm-es átmérőjű szondát igényelt volna az 50x100 mm-es kristály miatt. Ugyanígy nem ment a sűrűség- és a porozitásmérés sem: a kétszatórnás GG és NN szondák falhozszorító mechanikája nem tudott „lejárni” a kisátmérőjű fúrásokba. Ezen túl a száraz vagy csővezetett fúrások miatt ritkábban tudtunk ellenállást mérni, az indukciós mérések sikertelenek voltak, akusztikus mérésekkel próbálkoznunk sem volt érdemes. A korszerű bauxitos fúrás technika tehát kifejezetten hátrányos volt a geofizika számára, másrészt a megbízhatónak tartott magszedés miatt akkor is nehéz volt hinni a geofizikának, amikor nyilvánvalóan igaza volt.

Márpedig magszedési probléma a bauxitos fúrásokban is előfordult. A bauxitoknál azonban nehezebb volt a hiányt észrevenni a geológiai viszonyok változékonyságából következően, míg a széntelepek nagyobb távolságokon is folyamatos, összefüggő volta miatt a szeneseknél (legkésőbb a szomszédos fúrásban) biztosan kiderült a hiba. A készletszámításhoz, zárójelentés készítéshez a szakmai protokoll szerint mindenképpen szükség volt adatra. A szeneseknél elfogadták, hogy ez származhat geofizikai mérésekből is, a bauxitkutatásban ez nem volt gyakorlat. Ennek valószínű oka, hogy a szeneket máshol is sok helyen bányászták mélyművelésben, a bauxitot meg csak nálunk: így, míg a szenes geofizika széles szakirodalommal, kialakult protokollal rendelkezett, a bauxit-karotázásra ez nem volt igaz. Máshol a „szabad” világban, akiktől tanulni lehetett volna, kifejtésben bányászták a telepes lateritbauxitot. Azoknak nem volt szükségük geofizikára, tehát a bauxitkutatásban nem volt mintánk a geofizika alkalmazására (nem véletlenül keltett feltűnést a cikkünk). Ezt tükrözték a KFH előírásai is. S mivel ilyen irányú gazdasági érdekek nem voltak, mintául vehető szakmai protokoll nem létezett, a geofizikai információ felhasználása, a geológiai ismeretszerzési folyamatba való beillesztése nehezen ment még akkor is, amikor láthatóan szükség volt rá.

**DR. BALOGH IVÁN** 1975-ben a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemen kapott geofizikus-mérnöki diplomát. 1984-ben műszaki doktori, 1990-ben kandidátusi fokozatokat szerzett. 1992-ben a Veszprémi Egyetemen információrendszer programozó diplomát kapott. 1975-1976-ban a Vízkutató és Fúró Vállalatnál, majd 1990-ig a Bauxitkutató Vállalatnál dolgozott geofizikusként, ill. osztályvezetőként. 1991-1993 között a Terratest Kft. geofizikusa, 1993-1995 között a Földtani Kutató és Fúró Kft. környezetvédelmi részleg vezető helyettese, majd 1998-ig adjunktus volt a Veszprémi Egyetemen. 1998-2001-ben az R-Petro Kft. líbiai munkáján műszaki ellenőr, majd csoportvezető, ill. a BFT Kht.-nél rendszergazda. 2002-től dolgozik a MOL KTD-nél: főmunkatárs, ill. kutatási szakértő. (ivbalogh@linuxmail.org)

Látható jele volt a különbségnek, hogy közel azonos szabályozási rendszer mellett a szenes fúrásokban gyakrabban mérettek, mint a bauxitos fúrásokban. Úgy gondolom, hogy mivel a gazdasági, szabályozási viszonyok hasonlóak voltak, sőt a szakembergárda is esetenként cserélődött, a különbség alapvetően a geológiai viszonyok eltéréseiből adódott. Ennek következménye volt a választott fúrás technológia, s az elfogadott szakmai protokollok is. Egyik se kedvezett nekünk...

Lehet a leírtakon vitatkozni, de azt hiszem, ilyen körülmények között mégiscsak meg lehetünk elégedve az-  
zal, amit elértünk. Azon meg, hogy mi legyen a geofizika szerepe, ha még egyszer lesz bányászat Magyarországon, a fentieket figyelembe véve érdemes elgondolkozni.

### Köszönet

Köszönet Tóth Álmossal, akitől az előadás ötlete származott, s kitartóan ösztökölt a cikk megírására; továbbá volt kollégáimnak, Uray Szabolcsnak, Nyerges Lajosnak, Tóth Álmossal, akik az előadás és a cikk összeállításában megjegyzéseikkel, kritikájukkal segítettek. Végezetül köszönetet szeretnék mondani összes volt kollégámnak mérnököktől a mérősegédig/rajzolóig, s volt vezetőimnek is, akikkel annak idején együtt dolgozhattam, s ezt a szakmailag páratlanul szép időszakot megélhettem.

### FELHASZNÁLT IRODALOM

- Bárdossy Gy.: Karsztbauxitok. Akadémiai Kiadó Budapest, 1977.
- Serra O.: Fundamentals of well-log interpretation. Elsevier, 1984.
- Nargowalla S., Seigel H.O.: In-situ mineral deposit evaluation with the SCINTREX Metalog system. Canadian Mining Journal, apr. 1977.
- Nyerges L., Mindszenty A.: Bauxitteleptani jellegzetességek vizsgálata mélyfúrás geofizikai mérésekkel, és ezek jelentősége az ipari bauxitkutatásban. Magyar Geofizika, 5/1979.
- Balogh I., Horváth J.: Quantitative determination of  $Al_2O_3$  content in bauxite-prospecting boreholes by means of neutron activation logging. Geophysical Transactions, 29/22/1983.
- Ferenczy L. (szerk.): Elektronhéj és magfizika a mélyfúrásgeofizikai fluidum és szilárdásvány-kutatásban. Magyar Geofizikusok Egyesülete, Csopak, 1984.
- Balogh I.: Bauxitok minőségének meghatározása fúrólyukban. Kandidátusi értekezés, 1988.
- Pinault: Nuclear quantitative analysis of P, Si, Ca, Mg, Fe and Al in boreholes in a phosphate mine. Nuclear geophysics 1988 Vol. 2 No.3



# Bauxitföldtani vizsgálatok az államilag szervezett bauxitkutatásban

KNAUERNÉ GELLAI MÁRIA okl. geológus – TÓTH KÁLMÁN okl. geológus (Balatonalmádi)

*Munkánkban az államilag szervezett bauxitkutatás időszakában a Bauxitkutató Vállalat (BKV), majd a jogutód Geoprospect Kft. Anyagvizsgáló Osztálya földtani laboratóriumában 1969-1995 között végzett vizsgálatokat: a bauxitok mikromineralógiai, vékonycsiszolatos szöveti, mikroszerkezeti és őslénytani vizsgálatait, valamint az ezekre épülő értékeléseket kívánjuk feleleveníteni. A laborban, melynek létrehozásában Dudich Endrének volt kulcsszerepe, természetesen más vizsgálatok is folytak, pl. bauxitok derivatográfiás ásványtani vizsgálata, nyomelemek meghatározása, kísérő kőzetek azonosítása, ezek azonban meghaladják a jelen munka kereteit.*

## Mikromineralógiai vizsgálatok

A bauxitok törmelékes ásványainak rendszeres mikroszkópos vizsgálatát Vörös István kezdte el. Az ő tanítása és útmutatása nyomán Gecse Éva – 1969-es munkába állását követően – indította el a munkálatokat a Bauxitkutató V. laboratóriumában. (Törmelékes kőzetek mikromineralógiai vizsgálata már 1966-tól folyt itt, de bauxitoké még nem.)

Részletesebben a nagygyházi főtelep bauxitjainak törmelékes frakcióit vizsgálta. Megállapította, hogy a törmelékes ásványokon belül az opak ásványok (ilmenit, magnetit, hematit) uralkodnak, viszonylag sok még az ún. rutil-II (pseudomorfóza ilmenit után), a többi ásvány mennyisége 5% alatti. A telep D-i, nagyobbik felén az opak ásványok (ezen belül az eredetileg magnetithez kapcsolódó ilmenit), É-i felén a kvarc szemcsék dominánsak. A törmelékes ásványok átlagmennyisége DK-ról ÉNY felé csökken, kivéve a mesterberek Me-104 jelű fúrás szelvényét az É-i teleprész K-i nyúlványában, amely kiugróan magas kvarctartalmával eltér az átlagtól. (Ezt a tendenciát mutatja az 1. ábra.) Vertikális eloszlásuk, elsősorban a telep D-i részén, szakaszos üledék-felhalmozódást jelez.

Az ásványok nagyobb részt magmás, kisebb részben metamorf és üledékes anyakőzetekből származtathatók. A magmás csoporton belül a bázisos és savanyú magmás eredetűek egyaránt megtalálhatók. A bauxitban észlelt reliktszöveti elemeket, a bauxit magas Cr-, Ni-tartalmát figyelembe véve leginkább bázisos magmás (diabáz?) anyakőzet volt valószínűsíthető, amelyhez granitoid és metamorf (kvarc, kvarcit, kvarcos-csillámos kőzettöredék), valamint üledékes anyag járul hozzá. Utóbbiak eredetét a bauxit alatti csillámos, kőzetlisztes vörös agyag, ill. egyes fúrásokban a bauxitösszlet talpán megjelenő muszkovitos, vörös agyagos aleurit, bauxitos aleurit vagy homokkőrétegek tükrözik. A bauxitos anyag behordási iránya a törmelékes ásványok mennyiségi és minőségi változásainak trendje alapján feltehetően (mai) D-i, DK-i volt (T. Gecse É. 1982).

A Tüskés-majori telepek bauxitjaiban rutil, pirit, epidot, turmalin, cirkon, muszkovit, kvarc, savanyú pla-



1. ábra: A törmelékes és epigén ásványcsoportok mennyiségi eloszlása a nagygyházi bauxittelepben (T. Gecse 1982)

1. A bauxitösszlet „0” vonala; 2. a fúrás bauxitszelvényében a törmelékes és epigén ásványok (pirit és gipsz nélkül) mennyiségének vastagsággal súlyozott átlaga; 3. opak ásványok (ilmenit, magnetit, hematit); 4. egyéb törmelékes ásványok; 5. kvarc; 6. leukosin, bontott opak ásványok

gioklás és kvarc-csillámpala jellegű kőzettöredékeket mutatott ki. Vertikális eloszlásuk itt is szakaszos üledék-felhalmozódásra utalt (T. Gecse É. 1978).

Később az É-ről csatlakozó Nagytárkány-csabpusztai telepek bauxitjainak törmelékes frakcióiban kombinált SEM-EDAX és elektron-mikroprob módszerrel ilmenit, krómspinell, korund, apatit, gránát, sztaurolit, disztén, monacit, xenotim és esetenként felismerhető mészkalkali vulkanit töredékeket is meghatároztak (Mindszenty A. et al. 1988).

Gecse É. mikromineralógiai eredményeivel kapcsolatban kiemelendő, hogy a szokásos 100-szemcsés módszer pontosabbá tette 600-1000 szemcse vizsgálatával, az értékelésnél pedig a súlyszázalékos eloszlási képet is figyelembe vette. Erre alapozva kimutatta, hogy általában kb. 300 szemcse vizsgálata ad jól értékelhető eredményt.



A 80-as évek második felében – iharkúti terepi munkái mellett – *Fekete Á.* foglalkozott a törmelékes ásványok vizsgálatával. E téren azonban maradandót később, mint a MÁFI tudományos munkatársa alkotott. Kisebb volumenű munkákra is sor került, *Nagyné Szintai M.* például néhány diszeli bauxitminta törmelékes ásványait vizsgálta, de rendszeres, előfordulás- vagy telepméretre kiterjedő vizsgálatok a laboratóriumban már nem készültek.

### Vékonycsiszolatos szöveti vizsgálatok

A bauxitok vékonycsiszolatos szöveti vizsgálatát a laboratóriumban *Gecse É.* kezdte el 1969-70 fordulóján. Gondot jelentett a többségében puha, kis keménységű bauxitokból a vékonycsiszolat készítése, ezért az ELTE Ásványtani Tanszéke „csiszoló műhelyében” alkalmazott ún. befőzési technikát átvéve és a laboránsokat betanítva kezdődött meg a rendszeres bauxit vékonycsiszolat készítés. Az eredményesen újra induló Dudar-Bakonyoszip környéki, majd később súlypontivá váló nagygyházi bauxitkutatás mintáinak vizsgálatával kezdte el a bauxitok szöveti-mikroszerkezeti vizsgálatát.

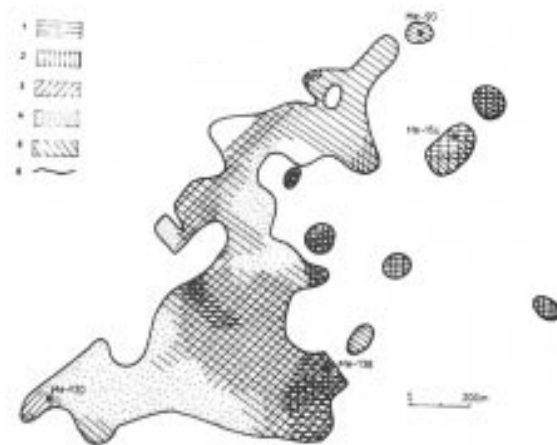
Nem volt a bauxitokról kialakult szöveti leíró rendszer, ezért megkezdte annak kidolgozását. Korai halála miatt azonban sajnos azt befejezni nem tudta. Összeállítását, a „Bauxitszöveti atlaszt” végül *Mindszenty A.* és *Kopeczky A.* egészítette ki 1982-ben.

*Gecse É.* a nagygyházi bauxitokon belül: a./ vörösesbarna, másodlagosan alig elváltozott, b./ sárga, sárgásszürke, fakóvörös, változó mértékben szideritesegett, c./ szürke, sötétszürke, általában pirites bauxit-típust különített el. A kvázi „intakt” bauxitokban 7 szövettípust (1. mikroszemcsés, 2. törmelékes/gömbszemcsés, 3. áltörmelékes, 4. tektonikus breccsás, 5. száradásos breccsás, 6. karbonáttörmelékes, 7. mikrotörmelékes) mutatott ki. A sziderites bauxitokban szintén 7 szövettípust különített el, melyek közül 5 lényegében megegyezik az „intakt” bauxitok 1-5. szövettípusával, melletteük konkréciós és csomós szöveti típust határozott meg. A szürke bauxitokban 6 szövettípust (1. pelitomorf mikroszemcsés, 2. gömbszemcsés, bauxittörmelékes/bauxitkavicsos, 3. pizolitos-álpizolitos, 4. arenites, 5. növényi detrituszos (általában irányított), 6. konkréciós) rögzített. A különböző rétegtani helyzetű<sup>1</sup> bauxitok szöveti jellegeik alapján jól elkülöníthetők voltak egymástól. A csordakúti felderítő fúrások bauxitjainak vizsgálata során azok nagygyházival való azonosságát állapította meg. Mikropetrográfiai vizsgálatai eredményeként megismertük a karbonátos szennyezők (dolomit, kalcit, dedolomit, sziderit) megjelenési formáit; szideritnél pl. a szferolitos, a telérszerű és a hintett típust, valamint e szennyezők, továbbá a pirit és a szerves anyag eloszlási módját is. Új, a hazai bauxitokban addig nem ismert ásványokat (metabasaluminit, bassanit) ismert fel vékonycsiszolatban, melyek identitását az RTG felvé-

telek is igazolták (*Bárdossy Gy.* et al. 1979, *Tóth Á.* et al. 1981).

Munkája alapját képezte a BKV-nál készült szennyező-eloszlási értékeléseknek, melyek a kémiai elemzések, derivatográfias (kis számban RTG-es<sup>2</sup>) ásványtani vizsgálatok mennyiségi adatai szerint értékelték a CaO, MgO, FeCO<sub>3</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, össz. S, Corg nagygyházi főtelepen belüli eloszlását.

Az értékelések (részletesebben ld.: *Szantner F.* et al. 1982 ill. *Szantner F.* et al. 1986) megállapították, hogy legszennyezettebb a bauxittelep középső részének ÉNY-DK-i sávja. Itt koncentrálódik a magas CaO-, sziderit- és Corg-tartalom. A MgO e sáv ÉNY-i és DK-i szélén, valamint a telep K-i és ÉK-i peremén dúsul. Ezzel szemben a legmagasabb (>1,01%) foszfortartalom a telep peremén, egymástól elkülönülő területre szeken jelentkezik. (2. ábra) A timföldipari feldolgozás szempontjából káros mennyiségben fellépő szennyező alkotók általában a telep felső 3-9 méterében dúsulnak, és ez az összes készlet mintegy 85%-át teszi ki.



2. ábra: A timföldgyártást befolyásoló szennyeződések elterjedési területe a nagygyházi fő telep ipari minőségű bauxitjában

1. CaO > 1,4%; 2. MgO > 0,6%; 3. FeCO<sub>3</sub> > 3,0%; 4. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> > 0,6%; 5. Corg > 0,075%; 6. az ipari minőségű bauxit elterjedése

*Gecse É.* más előfordulások bauxitját is tanulmányozta. A Nagytárkány-Tüskés-majori eocén fedős bauxitokról például megállapította, hogy alapanyaguk uralkodóan pelitomorf, illetve mikroklasztos-mikrolitos, ritkábban mikrooidos szövetű. Ebben ágyazódó szöveti elemek: oodiok, pizoidok, ritkábban kaolinnal kitöltött pszeudoporfirok jellegű, intraklasztos eredetű bauxittörmelék-darabok, gömbszemcsék.

A Földtani Intézethez való távozása után a bauxitok vékonycsiszolatos szöveti vizsgálatát *Kopeczky A.* vette át, aki *Mindszenty A.* útmutatásai alapján befejezte a csordakúti és mányi bauxitok leírását, majd a németbányai bauxitok tanulmányozásával foglalkozott.

Az Iharkút környéki bauxitok más részét *Mindszenty A.* vizsgálta. Terepi tapasztalatai és az összes vizsgálat

<sup>1</sup>A vizsgálatok messzemenő figyelembevételével lehetett a gerecsei bauxitok szint szerinti beosztását elvégezni (Tóth Á., 1974-76).

<sup>2</sup>Ezek részben az Aluterv-FKI, részben az Eötvös Loránd Tud. Egy. Ásványtan Tanszékén készültek. T. Á.

alapján értékelte az egész előfordulást (*Mindszenty A. – Knauer J. – Szantner F.* 1984). A jó minőségű bauxitokon belül 1. autochton (kémiai)-diagén törmelékes ooidos, 2. diagén törmelékes ooidos, 3. pelitomorf, 4. allochton „bauxit-idegen” törmelékes kifejlődést különített el, melyeket „magas kristályossági fok jellemez”. Ezenkívül „töbör-fenek”, karsztkontakt, vetőmenti és eluviális-illuviális zónapárokból álló pangóvízi fácieseket határozott meg. Az Iharkút-németbányai bauxitelőfordulás a bauxitkőzettani jellegek alapján három részre volt osztható. A déli központi részt a diagén törmelékes, ooidos, nem egyszer jól észlelhetően mikrorétegzett kifejlődés jellemzi, felső harmadában gyakori pangóvízi közbetelepülésekkel. A déli és keleti perem telepeiben gyakoriak a bauxit-idegen finom törmelékes betelepülések, az északi terület nagy részén a bauxitszintben bauxitos-pelites kötőanyagú, polimikt, karbonátos aleurit található, összemosódva a szenon teresztrikummal.

A kifejlődések (fáciesek) térbeli elterjedése és változékonysága alapján egy nem karbonátos kőzetekkel érintkező karszterület fejlődési folyamatait vázolta fel. A bauxitos összlet aleuritok tagjai, ill. a kapcsolódó aleuritok összetétele és elterjedési gyakorisága arra engedett következtetni, hogy a lepusztulási terület az előfordulástól É-ra helyezkedhetett el, és felépítésében nagy súllyal vettek részt savanyú és/vagy intermedier metamorfitek eredetű ásványok.

A BKV földtani laboratóriumban 1984-től a bauxit szöveti vizsgálatát *Nagyné Szintai Margit* vette át.





Itt kell megemlíteni, hogy a földtani laboratórium bauxitos témában számos szakdolgozat elkészítéséhez adott témát és nyújtott segítséget. A szakdolgozók – akik közül később többen kollégák lettek – és a dolgozatok számos új adattal járultak hozzá a bauxitfelhalmozódás megismeréséhez. A teljesség igénye nélkül álljon itt néhányuk neve: *Antal Sándor, Bihari György, Nagy Tibor, Nagyné Szintai Margit, Paár Mária, Szántai Ágnes, Böröczky Tamás*.

*Nagy T.* például a Nagytárkány XVI. telep feldolgozása során 13 szöveti típust különített el. (Alulról felfelé sorban: pszeudoporfirós-bauxittrögös-pelitomorf, fluidális-pelitomorf, pelitomorf, ooidos-pelitomorf, pszeudobreccsás-ooidos-pelitomorf, pszeudobreccsás-pelitomorf, pelitomorf szöveti típus, majd ezek nagyobb ooid-zagy arány melletti ismétlődései). A telep felső részén parautochton felhalmozódást ismert fel. Ez az át- felhalmozódás a bauxitban talált ősmaradványok alapján az eocén (valószínűleg a középső-eocén) elején mehetett végbe és minőségi javulást eredményezett (a kora-eocén szubtrópusi klíma megfelelő volt a bauxitosodáshoz) (*Nagy T.* 1983). A vékonycsiszolatban észlelt törmelék-szemcsék méret- és koptatottsági vizsgálata, továbbá mennyiségi eloszlása nyomán kirajzolódott egy alig, vagy gyengén koptott finom szemcséket kis mennyiségben és nagyszámú koptatott, nagyobb szemcséket tartalmazó sáv. Ezek alapján határozott DDK irányú törmelék behordás volt feltételezhető (ld. 3. sz. ábra).

Még egy példa a szakdolgozók munkájának pozitív hatására: *Paár M.* szakdolgozati témájára a Földtani O.



3. ábra Törmelékes szöveti komponensek eloszlása a Nagytárkány XVI. telepben (*Nagy T.* 1983)

-  Sok, nagy és jól/gyengén koptatott törmelék
-  Kevés apró és éles törmelék
-  Feltételezett törmelékshállási irány
-  A bauxitlep „0” vonala

adott javaslatot: találjon olyan bélyeget, jellemzőt, amelynek révén már a kutatás során megkülönböztethető a jó minőségű bauxit telepeinek gyenge szegélye az egészében rossz, éretlen vagy degradált bauxitoktól. Négy intézmény illetékes szakemberét kereste fel a problémával, akikben feltámadt az érdeklődés, végül kiderült, hogy a kaolinit kristály-rendezettségi foka alkalmas mutató erre a célra. Ezáltal lehetővé vált az elszigetelt nem-ipari minőségű bauxitletek értelmezése.

A csabpusztai bauxit-előfordulásról a 80-as években, a kutatással párhuzamosan több száz bauxit vékonycsiszolat készült. Ezek vizsgálatának nagy részét *Nagyné Szintai M.* mellett *Mindszenty A.* végezte. Az előfordulásra vonatkozó ismereteket 1988-ban foglaltuk össze (*Mindszenty A.* et al. 1988).

A szöveti vizsgálatok alapján megállapítható volt, hogy a telepek alján általában növényi maradványokban és piritben gazdag, reduktív fáciesű pelitomorf-mikroszemcsés bauxit található. E „fekü-fáciest” finomszemcsés szilikát-extraklasztokban gazdag intraklasztos wackestone, ezt kevesebb extraklasztot tartalmazó, pelitomorf (néha mikroszemcsés) bauxitos mudstone követi. Utóbbira pelitomorf-mikroklasztos szövetű, részlegesen vastalanodott bauxitos mudstone települ, a bauxitos szelvény tetejét pedig szürke, pelitomorf, szerves detrituszban gazdag, pirités, bauxitos mudstone alkotja.

Jól elkülöníthetők voltak a szenon és az eocén bauxitok. A szenon-eocén kontaktuson települő Csabpusztai Bauxit Formáció domináns pelitomorf szövete és változatos mikromineralógiai összetétele jól megkülönböztethető a szenon fedős Nagytárkányi Bauxit Formáció ooidos szövetű, monoton törmelékes ásványos összetételű bauxitjától. Ebből kiindulva is igazolódott, hogy a triász-eocén kontaktus bauxitlepei is nagyrészt az eocén bauxitformációba sorolhatók.

A vizsgálatok alapján a Csabpusztai Bauxit az idősebb mezozoós kőzetek mállásterméke, amely valószínűleg finom vulkáni porral és piroklasztikus anyaggal keveredve alacsony térszínű karszterületen rakódott le

vadózus környezetben, ahol adottak voltak a bauxitosodás éghajlati feltételei. (Bár a Nagytárkányi Bauxit Formáció és a Csabpusztai Bauxit F. egy előforduláson belül, helyenként egymásra települve fordul elő, a Nagytárkányi F.-ra jellemző ooidok és oolitos kavicsok csaknem teljes hiánya a pelitomorf Csabpusztai Bauxitban azt jelzi, hogy az utóbbi nem képződhetett a szenon bauxitok áthalmozása és újra-ülepítése révén). Az extraklasztok megjelenése és eloszlási gyakorisága alapján meghatározhatók voltak a valószínű szállítási irányok (4. ábra).

A bauxitok vizsgálata mindig követte a kutatás igényeit. Ennek megfelelően a 80-as években nagy számban készültek szöveti vizsgálatok a bakonyoszlói és a csetényi előfordulásról is. Prognosztikus céllal, a genetikai kérdések megoldása céljából, a 80-as évek közepétől, a BKV (főként a Kutatás-előkészítő O.) megrendelésére Mindszenty A. – már mint az ELTE adjunktusa, majd docense – végzett bauxit szedimentológiai vizsgálatokat a Halimba-Padragkút-Ajka-Kolontár-i terület, majd a Fenyőfő, a Bakonyoszló-Dudar és a Csetény előfordulás, valamint a Csabpuszta-Nagytárkány „kettős bauxitszintű” terület bauxit-mintáiból. A mintákat és a vékonycsiszolatokat természetesen a földtani laboratórium biztosította.

A szinte valamennyi hazai bauxit-előfordulást – igaz, eltérő mélységben – érintő vizsgálatok nyomán gyarapodó ismeretanyag birtokában a 90-es évek elejére elérkezett az eocén fedős bauxitok szintézisének ideje. Ezt inspirálta az IGCP-287 sz. projektbe való bekapcsolódásunk, de hozzájárultak Dunkl I. cirkonvizsgálatai is. A fission track kor 40-50 millió év közé rögzítette e vizsgált eocén fedős bauxitokat (Dunkl I. 1990).

A bauxit előkutatás elősegítésére, a MÁFI megrendelésére, 1991-ben a Geoprospect Kft. munkatársai (N. Szintai M. – Böröczky T. – K. Gellai M. – Nagy T.) elvégezték 9 eocén fedős előfordulás 38 telepe 512 bauxit mintájának vékonycsiszolatos vizsgálatát, majd a korábban elvégzett vizsgálatok eredményeit is felhasználva elkészítették a dunántúli-középhegységi eocén bauxitlepek közetrétegtani szempontú rendszerezését.

A telepeknek egy formációba, a Csabpusztai Bauxit Formációba való tartozását állapították meg. Ennek jellemzője: a bauxitlepek fő tömegét a mudstone, vala-



4. ábra: A csabpusztai terület földtani térképvázlata (Mindszenty A. et al. 1988.)

Kréta fekv. és eocén fedő közötti települő (eocén) bauxitok  
Triász-kréta közötti (szenon) bauxitok  
Triász-eocén közötti (?eocén) bauxitok  
Kréta és eocén bauxit együttes előfordulása  
Ugodi Mészke Formáció eróziós határa  
Polányi Márga Formáció eróziós határa  
Darvasói Formáció eróziós határa  
Darvasói formáció konglomerátum tagozatának déli elterjedési határa  
Eocén rétegek a felszínen  
Ugodi Mészke a felszínen

felső triász rétegek a felszínen  
a fekv. és/vagy a bauxitot ért mélytöbrös karsztosodás törésvonal  
késő/poszt oligocén feltöltődés  
intenzív piritesedés a bauxit felső szakaszában  
uralkodóan intraklasztos szövettű bauxitok  
uralkodóan intraklasztos szövettű bauxitok jelentős mennyiségű szilikát extraklasztokkal  
valószínű szállítási irányok az eocén bauxit szintben  
mélyfúrás  
földtani szelvény nyomvonala

mint intraklasztos wackestone szövettű bauxit alkotja. Alapanyag uralkodóan pelitomorf, pelitomorf-mikroklasztos, gyakran aggregátum szerkezetű. Beágyazott szöveti elemeket: az alapanyagtól csak vastartalmában eltérő intraklasztokat, gömbszemcséket, valamint ritkábban az alapanyagtól teljesen eltérő, idősebb telepekből származó bauxitos extraklasztokat tartalmaz.

A formáción belül a nagyobb területegységekre jellemző litológiai, mikro-szedimentológiai és mikromineralógiai társulások nyomán 4 tagozatot különítettek el.

1. A Fenyőfői Tagozat bauxitanyaga uralkodóan vörös színű mudstone, mely vertikálisan végig jellemző a telepekre. Jól szegregált ooidokat-pizoidokat nem tartalmaz. Jellemzők viszont a különböző vastartalmú bauxit-intraklasztok, s a szórtan megjelenő, jól kerekített, az alapanyagtól elütő vasdús bauxitkavicsok, melyek a telepek felső részén gyakoribbá válnak.

2. A Bakonyoszlói Tagozat jellemzője a bauxit alapanyag és a bauxit extraklasztok eltérő szöveti és geokémiai jellege, a jellegzetes bauxit extraklasztok rendszeres jelenléte. (Dudar térségében a bauxit extraklasztok litológiai bélyegeik alapján nagy hasonlóságot mutatnak a Alsóperei Bauxit Formációval.)

3. A Gánti Tagozatra jellemzők a sötétvörös intraklasztok. A telepek felső harmadában a tisztán bauxitos



mudstonnal váltakozva, osztályozott bauxit kavicsokból álló bauxitkonglomerátum rétegek jelennek meg.

4. A Mesterberekai Tagozatot az erőteljes epigén hatásra bekövetkezett elváltozások, piritesedés, szideritesedés, vastalanodás jellemzik.

A fenti és egyéb munkák (Bárdossy Gy. 1961, 1968, Bárdossy Gy., – Juhász E. 1991, Fekete Á. 1990, 1991...) alapján Knauer J. 1992-ben foglalta össze a középső-eocén fedős bauxitlepek kőzetrétegtani besorolását (Knauer J. 1992).

Definiálta a Csabpusztai Bauxit Formációt, ezen belül azonban tagozatok elkülönítését (az ismeretek jelen, egymástól eltérő szintjén) nem tartotta indokoltnak, legfeljebb rétegtagokként. Viszont a Bakonyoszlópi Tagozatot önálló formáció, Bakonyoszló községe régi neve után Oszlói Formáció néven javasolta elkülöníteni. Az Oszlói Formációba sorolta a más telepeken a Csabpusztai Bauxit Formáció fölött (Gánt, egyes fenyőfői telepek), annak fekvésében (Csetény), ill. közbeékelődő „nyelv”-ekként szőci és Halimba-malomvölgyi telepek felső részében megjelenő, nagy mennyiségű, durvaszemű bauxittörmelék, -kavicsot, -homokot tartalmazó kifejlődéseket (5. ábra).

Az egyes területeken megismert szállítási irányok, az Oszlói Formáció anyaga, kifejlődése, elterjedése és

települési módja alapján megkísérelte jellemezni a kora-eocén és kora-lutéciai öskörnyezeti viszonyokat.

Megállapításai közül néhányat emelünk ki:

– Nagy területen folyt bauxitképződés, amely kevésbé konszolidált, de az Al-dúsulás gyakran magas fokát elért üledékanyagot produkált.

– Ez a bauxitos üledék időszakos vízfolyások, időnként monszunszerű áradások révén jutott be a karsztos üledékgyűjtőbe. A karsztplanációs térszín mélyedéseibe összemosódott anyag helyben tovább bauxitosodott.

– A térség magasabban fekvő részein egyidejűleg folyó denudáció néhol idősebb bauxitlepeket is feltárt, melyek anyagából több-kevesebb törmelék a bauxit csapdába is eljutott.

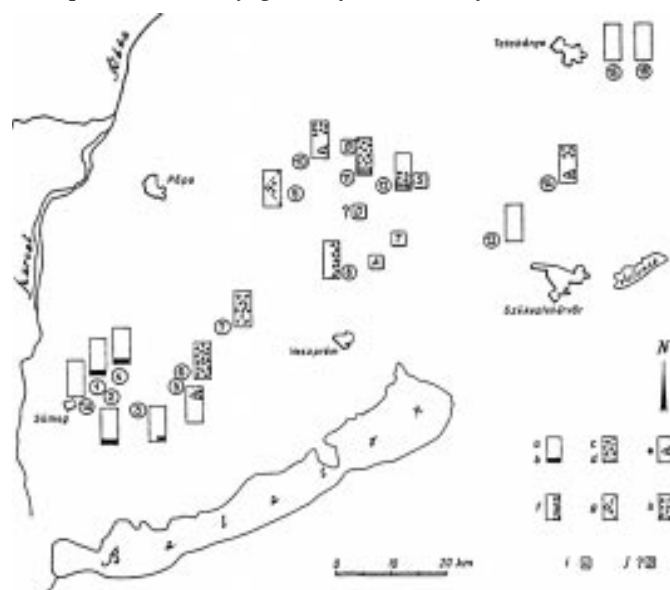
– Az idősebb bauxitlepek lepusztulása a közep-hegységi eocén bauxitövezet középső részén erőteljesebb volt, a bauxit törmeléke tömegesen áramlott a részben kitöltetlen, részben bauxitiszappal kitöltött csapdába. (Ez vezetett az Oszlói Formáció kialakulásához.)

– A telepképződés általában nem volt folyamatos. Az üledék-felhalmozódás szüneteiben a még konszolidálatlan felszínen kiszáradás, vastalanodással járó talajképződés vagy elmocsarasodás, a már lerakódott bauxittestben változó mértékű diagenezis ment végbe.

## Őslénytani vizsgálatok

A 70-es évek elején a különböző kutatási területek bauxitmintáiból a nannoplankton-feltáráshoz hasonló módon preparátumokat készítettünk. Mikroszkópos vizsgálatok során többségükben organikus eredetűnek feltételezhető „problematikumokat” talált Brokés F. Ezeket átmenetileg „Mikroformák”-nak nevezte el. Nagyszámú vizsgálatot követően a morfológiai bélyegek (díszítettség, nagyság, alak) alapján egy nyilvántartási rendszert alakított ki, amely mintegy 90 „Mikroformát” ölelt fel (néhány típus a 6. ábrán látható). Sor került egy bauxitlep (Nagytárkány Tüskés-major II.) részletes vizsgálatára is. A Mikroformák telepen belüli megjelenése lépcsős, szakaszos, ill. adott területéhez kötött elrendeződést mutatott, összefüggésben a bauxitnak a tárolószerkezeten belüli elterjedésével. A „Mikroformák” megjelenése, gyakorisági eloszlása alapján – egyéb adatok figyelembevételével – rétegonosítást lehetett végezni (Brokés F. 1976).

A széleskörűen végzett vizsgálatok (Brokés F. távozását követően Kerekesné Tüske M. 1987-ig folytatta azokat) tanúsága szerint a „Mikroformák” egyaránt megtalálhatók az eocén fedős és a szenon fedős bauxitokban. Rendszertani hovatartozásuknak, keletkezési (felhalmozódási), ill. megmaradási módjuknak és anyagaiknak a tisztázása a mai napig nem történt meg! Köszönhető ez a mikropaleontológusok szkepticizmusának is. (Akadt olyan szakem-

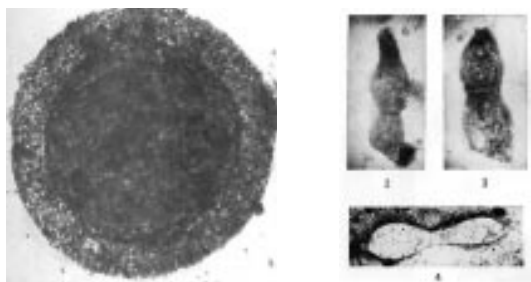


5. ábra A középső-eocén bauxitformációk elterjedése (Knauer J. 1992)

1: Csabpuszta, 1a: Sümeg, 2: Nagytárkány, 3: Nyírád, 4: Lengyel-major, 5: Szóc és Halimba-Malomvölgy, 6: Halimba-Ajka „felső telep”, 7: Kislőd (esetleg k. eocénnél idősebb)

8: Eplény 9: Rudolffháza, 10: Fenyőfő 11: Bakonyoszló, 12: Csetény, 13: Iszkaszentgyörgy, 14: Gánt, 15: Nagvegyszáza-Csordakút, 16: Mány; a-b: Csabpusztai Bauxit Formáció (b: pangóvízi bázisréteg), c-d: Oszlói Bauxit Formáció (d: pangóvízi bázisréteg), e: nyelv, f: az előfordulás egyes telepei az egyik, más telepei a másik formációhoz tartoznak, g: változó mennyiségű bauxit extraklaszt a Csabpusztai Formációban, h: valószínűleg nem tartozik a tárgyalta formációkhoz, i: az albai Alsóperei Bauxit Formáció előfordulásai: A: Alsópere, T: Bakonyháza-Tés, B: Bakonyoszló Észak, S: Súr, j: esetleg az Alsóperei Formációhoz sorolható (?D: Dudar)





6. ábra: Mikroformák 1: Mf-24; 2-4: Mf-52  
(Brokés F. 1976)

ber, aki azt mondta, ha el tudná fogadni szerves eredetüket, többségüket meg tudná határozni.)

Brokés F. a Tüskés-major II. telep mikroforma-vizsgálata során meszes vázú nannoplankton és néhány példányban diatomát is talált. A nannoplankton részletes vizsgálatát Báldiné Beke M. végezte el (1974). Megállapította, hogy az előforduló fajok zöme kréta, alarendelten eocén korú, oldás-ellenálló placolith. A kréta fajok legnagyobb valószínűséggel az albai emelet felső részéből származnak, az eocén fajok kora-eocénben induló, középső-eocénbe átmenő formák. Később a Bauxitkutató V. megrendelésére Báldiné Beke M. a Csabrendek, Nagytárkány és Nyírad környéki fúrások több száz (kb. 400) mintáját vizsgálta meg. Nannoplankton monográfiájában Báldiné Beke M. (1984) megállapította, hogy „a kréta korú üledékekkel fedett bauxitokban kizárólag kréta korú coccolith fordult elő, ezek között akadt középső-krétában induló fajöltőjű alak is. Az eocén képződményekkel fedett bauxitokban általában kréta és eocén fajok együtt találhatók. Néhány korjelző faj alapján a „lutéciaiánál idősebb nem lehet az eocén együttes”.

A középső-eocén kőszéntelepes összlet alatti bauxitos tarka agygrétegekből az NP-16 zónánál (a lutéciai emelet felső részénél) nem idősebb nannoplanktont mutatott ki a bakonyzentkirályi Bszk-3, orszlányi O-1846 és tarjáni Tj-11 jelű fúrásból, az oligocén bázisán lévő bauxitos agyagokból pedig az NP-24-25 zónákba sorolható (azaz oligocén) nannoplanktont (Dad-3 és Szend-1 jelű fúrás).

A Tüskés-major II. bauxitlepben talált diatomák egyikét később középső-eocén fajként határozták meg. A fenti teleptől északabbra elhelyezkedő Nagytárkány XVI. bauxitlep egy extraklasztos szövetű rétegében Nagy T. rudista héjtöredékek mellett eocén korra utaló Rotalia, Textularia és Miliolidae egyedeket és egy Nummulites alakot észlelt (1983). Az eocén fedős bauxitok rendszerszemléletű feldolgozása során (in N. Szintai et al. 1990). Nagyné Szintai M. a rákhegyi Rp-354 jelű fúrás karbonáttörmelék bauxitjában talált Miliolina és Bryozoa töredéket. A rákhegyi bauxitból korábban Antal S. (1973) említett eocén foraminiferákat. Előfordulásuk arra utal, hogy a bauxit felhalmozódása ezeken a területeken a középső-eocénig tarthatott.

A nagygyházi bauxitok szöveti feldolgozása során Gecse É. összegyűjtötte a főtelep felső részében, a köztes helyzetű bauxittestekben és a felső telepben talált

szürke bauxitmintákat. Ezeken a Bauxitkutató V. megbízásából Rákosi L. végzett palynológiai vizsgálatokat. A mintákban az eocén primér vegetációra jellemző spóra-pollen együtteseket talált. A főtelep legfiatalabb kora a primér vegetáció alsó zónája, a köztes helyzetű bauxittestek a B alzónába, a felső szint bauxitjai az F alzónába tartoznak. Hasonló eredményre vezetett a mányi és a csordakúti bauxitok vizsgálata is (Rákosi L. 1977).

A továbbiakban a Kutatáselőkészítő Osztály rendszeresen gyűjtötte és vizsgáltatta a szerves anyagban dús, többnyire szürke színű bauxitokat, bauxitos képződményeket. A földtani korra jellemző, látványos eredmények azonban nem születtek, a különböző területekről (Iharkút, Nagytárkány-Csabpuszta, Bakonyoszlop) származó pangóvízi, mocsár fáciesű bauxitok többnyire meddőnek bizonyultak. Mindenesetre bizonyossá vált, hogy erősen oxidatív, „kész” bauxitok redukálódtak, vagyis a bauxitfelhalmozódás, ill. a bauxitosodás és a lefedődés között érzékelhető időkülönbség van.

Az ősmaradványok közül a kagylóhéjtöredékek és a foraminiferák lehetnek bemosottak, beiszapolódtak, de mindenképpen a lefedődés előtti üledékfellazulást jelzik.

A bauxitfelhalmozódással egyidejűnek tekinthetők a pollenegyüttesek. A mikroformák megjelenése, elterjedése, felvirágzása a karsztos térszín mélyedéseiben kialakult bauxitos pocsolyákban, tavakban, a bauxit leülepedésével egyidejű életükre utal. Báldiné Beke M. valószínűnek tartja, hogy a középső eocén nannoplankton (legalábbis két fajuk) rövid ideig élt a bauxitos közegben, tehát szintén autochton lehet (Báldiné Beke M. 1984).

Vizsgálataink kitekintést adtak a bauxitanyag további sorsáról is, megjelenéséről a fedő, többnyire a közvetlen fedő üledékes kőzetekben. E téma elsősorban a szenon Kozmatagi Formáció egyénítésében, ősföldrajzi, földtani, sőt bányatechnikai fontosságában ragadható meg. A bauxitanyag e formációban kompakt bauxitkonglomerátumtól a bauxitiszapos, bauxithomokos rudistás mészkőig számos változatban jelenik meg (Gellai M.-Ludas F.-né 1983). Az eocén fedő rétegsor bázisán helyenként megfigyelt bauxittörmelék a kutatástervezésben segített (Tóth K. 1973 és 1980). E bauxitos-kőzettörmelék képződmények vizsgálata visszahatott a bauxitlepekben előforduló hasonló kifejlődések vizsgálatára és értelmezésére is. A Halimbai Bauxit Formáció Cseresi Tagozatának definiálása (Mátéfiné Stefler M.) például a halimbai szenon bauxitlep DNy-i részére jellemző, gyakran kaotikusnak tűnő földtani felépítés tisztázásában játszott szerepet.

A Bauxitkutató Vállalat Anyagvizsgáló Osztályának földtani laboratóriuma fennállásának 30 évéből 25 éven keresztül (1970-1995) a bauxit szedimentológiai célú vizsgálatainak műhelye volt. Ez alatt az idő alatt az alkalmazott, viszonylag egyszerű vizsgálati módszerekkel, felhasználva a célirányosan igénybe vett ún. „nagyműszeres” vizsgálatokat (RTG-felvételek, pásztázó elektromikroszkop stb.), hozzájárult a magyar bauxitok rétegtani helyzetének, eredetének és felhalmozódási körülményeinek megismeréséhez.

Ma már azt a korábban bizonytalan eredetűnek vélt, uralkodóan vörös kőzetet, amely az alumíniumipar alapanyaga, nemcsak az alumínium ércének tekintjük, hanem különböző származású kőzetek laterites mállás-termékének, amelyet folyók, záporpatakok, áradások szállítottak a karsztos üledékgyűjtőbe, ahol részben tovább bauxitosodott, illetve diagén és epigén folyamatok révén, mint üledékes kőzet nyerte el végső formáját. Ma már pontosabban meg tudjuk mondani az egyes bauxit-szinteken belüli felhalmozódás korát, egyes előfordulások vonatkozásában meglehetősen jól körvonalazható az anyakőzet, megrajzolható a behordási (szállítási) irányok, a bauxitfelhalmozódás és -ülepedés folyamatai.

Hogy a laboratórium ehhez a megismerési folyamat-hoz hozzájárulhatott, az alapvetően két ember szakmaszeretetének, kitartásának, hihetetlen szorgalmának és a bauxit iránti vonalmának köszönhető: Gecse Évának és Mindszenty Andreának. Utóbbi, bár sohasem volt a földtani labor dolgozója, de kutatáselőkészítő geológusként, majd egyetemi munkatársként, tanárként részese volt munkánknak, gyakran leült közénk a mikroszkóp mellé, hogy csiszolatokban vizsgálja a bauxitok szövetét, és tanította ifjabb munkatársainkat a bauxit megismerésére, szeretetére.

Külön köszönet jár *Knauer Józsefnek*, aki hosszú időn keresztül, mint a Földtani Kutatáselőkészítő Osztály, majd a MÁFI Prognózis Osztály vezetője, megrendelésekkel, elvi útmutatással, alkotó vitákkal segítette munkánkat, miként a jelen írás elkészítését is.

Mi nem tettünk mást, mint lehetőségeink szerint – mintákkal, vékony-csiszolatokkal, bauxitiszapolással, mikromineralógiai preparátumok készítésével, a magunk vizsgálataival, a gyakran folytatott szakmai vitákkal – elősegítettük a bauxitföldtani értékelések megszületését.

Örülünk, hogy részesei lehettünk ennek a folyamatnak!

## IRODALOM

- Antal S.* 1973: Micromineralogical and textural features in relation to the genesis of bauxite of Iszka-szentgyörgy – Acta Min. Petr. 21. 3-16.
- Báldiné Beke M.* 1974: A Csabrendeki Tüskés-major II. számú bauxitlencsében talált nanoplankton vizsgálata – Földt. Közl. 104. 446-457.
- Báldiné Beke M.* 1984: A dunántúli paleogén képződmények nannoplanktonja – Geol. Hung. ser. pal. 43. 307. p.
- Bárdossy Gy.* 1961: A Sümeg környéki bauxit – Koh. Lapok 94. (7) 457-463.
- Bárdossy Gy.* 1968: Az Eplény környéki bauxit – Földt. Közl. 98. (3-4) 408-426.
- Bárdossy Gy., Dóza L.-né, Gecse É., Kenyeres J.-né, Siklósi L.-né* 1979: Bassanit és metabasaluminit a magyarországi bauxitban – Földt. Közl. 109 (1) 111-119.
- Bárdossy Gy., Juhász E.* 1991: Application of sedimentological methods to karst bauxites evaluation: the Halimba-Szőc area, Hungary – Acta Geol. Hung. 34. (3) 241-252.
- Böröczky T.* 1987: A Fenyőfő-IV. telep bauxitföldtani vizsgálata – Szakdolgozat ELTE Ált. Földt. Tansz.
- Brokés F.* 1976: A Nagytárkány-Tüskés-major II. sz. bauxitlencse mikro-paleontológiai problematikumainak üledék-földtani vizsgálata – MÁFI Évi jel. 1973-ról 415-445.
- Dunkl I.* 1990: A középhegységi eocén fedős bauxitok törmelék-cirkonkristályainak fission track kora: a korai eocén vulkanizmus bizonyítéka – Ált. Földt. Sz. 25. 163-177.
- Fekete Á.* 1990: A Rudolphi bauxit-telepek vázlatos litológiai képe – kézirat MÁFI
- Fekete Á.* 1991: A fenyőfői bauxit litológiai sajátosságai a IV. és V. telep vékonycsiszolatos vizsgálatai alapján – kézirat MÁFI
- Gecse É. I.: T. Gecse É.*
- Gellai M., Ludas F.-né* 1983: Adatok az Ugodi Mészke Formáció és a Jákói Márga Formáció bázisrétegeinek megismeréséhez – Földt. Közl. 113 (2) 147-162.
- Knauer J., Gellai M.* 1978: A szenon képződmények elrendeződése és kapcsolata az ősdomborzattal a Sümeg-Káptalanfa bauxitkutatási területen – Földt. Közl. 108 (4) 444-475.
- Knauer J.* 1992: A magyarországi középső-eocén (fedős) bauxittelepek szedimentológiai típusai, kőzetrétegtani besorolása és a telepképződés ökoszisztémái háttere – kézirat MÁFI
- Mindszenty A., Kopeczky A.* 1982: Bauxitszöveti atlasz – kézirat
- Mindszenty A., Knauer J., Szantner F.* 1984: Az iharkúti bauxit üledékföldtani jellegei és felhalmozódási körülményei – Földt. Közl. 114 (1) 19-48.
- A. Mindszenty, M. Szintai, K. Tóth, F. Szantner, T. Nagy, M. Gellai, G. Baross* 1988: Sedimentology and depositional environment of the Csabpuszta Bauxite (paleocene/eocene) in the South Bakony mts (Hungary) – Acta Geol. Hung. 31 (3-4) 339-370.
- Nagy T.* 1983: A Nagytárkány XVI. bauxitlencse ásványtani és litológiai vizsgálata – Szakdolgozat ELTE Ált. Földt. T.
- N. Szintai M.* 1983-90: Földtani anyagvizsgálati jelentések – kéziratok
- N. Szintai M., Böröczky T., K. Gellai M., Nagy T.* 1991: Eocén fedős dunántúli bauxittelepek mikroszedimentológiai vizsgálata – kézirat MÁFI
- N. Szintai M., Böröczky T., K. Gellai M., Nagy T.* 1991: A Dunántúli-középhegységi eocén bauxittelepek kőzetrétegtani szempontú rendszerezése – kézirat MÁFI
- Rákosi L.* 1977: A nagygyeházi terület bauxit- és áthalmazott dolomitösszetételének kormeghatározása palinológiai alapon – MÁFI évi jel. 1975-ről 283-293.
- Szantner F., Horváth I., Tóth K., Gecse É.* 1982: Undesirable impurities and their distribution within the Nagygyeháza bauxite occurrence – Travaux ICSOBA 12 67-83.
- Szantner F., Knauer J., Mindszenty A. et al.* 1986: Bauxitprognózis 467. p.
- T. Gecse É.* 1982: A nagygyeházi bauxitlep mikromineralógiai vizsgálata – MÁFI évi jel. 1980-ról 435-448.
- T. Gecse É.* 1973-79: Földtani anyagvizsgálati jelentések – kéziratok
- Tóth Á., T. Gecse É., Popity J.* 1984: Aluminit, basaluminit a csordakúti bauxitban – MÁFI évi jel. 1982-ről 423-430.
- Tóth K.* 1973: A Dudar-Bakonyoszló és Súr közötti terület eocén képződményei – kézirat
- Tóth K.* 1980: Összefüggések a bauxit előfordulása és a közvetlen fedő eocén rétegek kifejlődése között – Ált. Földt. Sz. 14. 133-150.

# Bauxit anyagvizsgálatok a Magyar Állami Földtani Intézetben

DR. FÖLDVÁRI MÁRIA, okl. geológus Magyar Állami Földtani Intézet (Budapest)

*Szerző a Magyar Állami Földtani Intézetben bauxitokra vonatkozó elem- és ásványanalitikai vizsgálatokat mutatja be 1978-tól napjainkig terjedő időszakban. A cikk klasszikus nedvesanalitikai 5 alkotós elemzések, ólomizotóp, mikromineralógiai, elektronmikroszkópos és elektronmikroszondás, szedimentológiai, valamint műszeres fázisanalitikai (röntgendiffrakció, termikus elemzés, infravörös spektroszkópia) vizsgálatok területéről mutat be szemelvényeket.*

A Magyar Állami Földtani Intézet a nyersanyagkutatások vonatkozásában előkutatási és felderítő kutatási intézménynek számított, profilszerű feladata szerint kiemelten az előkutatási szakaszba tartozva. Ez azt jelentette, hogy az intézet országos áttekintő nyersanyag-prognózisokat és felderítő kutatási terveket készített, azaz az intézetben reménybeli bauxitkészletek megismerését szolgáló áttekintő méretarányú területegységenkénti prognózis és előkutatási vizsgálatok folytak, beleértve a genetikai célú feldolgozásokat.

Ezek kapcsán bauxit és bauxittal kapcsolatos képződmények földtani kutatása, értékelése ill. térképezése történt. Voltak olyan időszakok, melyekben elsősorban a Bauxitkutató Vállalat megbízásából vagy azzal együttműködve felderítő bauxitkutató fúrások feldolgozásában közvetlenül vettünk részt.

A 90-es évektől kezdve az állami szerepvállalás átalakulása, a bányászati recesszió és a megváltozott tulajdonviszonyok következtében a MÁFI feladatai jelentősen módosultak, elsősorban a közvetlen nyersanyagkutatás terén. Ez azt jelenti, hogy a nagy költségű új nyersanyag kutatásából a költségvetés visszavonult.

A továbbiakban is folytak még bauxitkutatást megalapozó alapkutatások (bauxit alapszelvény vizsgálatok, magyarországi karbonátos formációk paleokarszt szempontú kutatása stb.), de ezeknek a korábbinál már jóval kisebb volt az anyagvizsgálati volumene.

Mindez anyagvizsgálati vonatkozásban azt jelentette, hogy bauxitkutatás címén bauxit és bauxittal kapcsolatos, bauxitnak nem minősülő anyagok vizsgálatára egyaránt sor került. Az évtizedek során nagyon nagy számú rutinvizsgálat készült. A mostani összefoglalásban csak szemelvények kiragadásával tudom illusztrálni a MÁFI-ban folyt vizsgálatok sokszínűségét.

## Kémiai elemzések

Alapvetően klasszikus nedvesanalitikai módszerekkel történt 5 alkotós ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ , izz. veszt.) vagy teljes főkomponens elemzések és szinképelemzéssel történő nyomelemzések.

1978-ban került bevezetésre a MÁFI-ban a gyors és korszerű atomabszorpciós elemzési módszer, de ez kezdetben pont az Al és Si esetén volt problematikus.

1988-ban szerezte be a MÁFI az első ICP készüléket, majd 1993-ban az első ICP-MS berendezést. Ezek-

nek bauxitkutatási felhasználása azonban az említettek miatt alárendelt volt. Jelenleg 2004-ben beszerzett legkorszerűbb verziója működik a laborban.

## Izotóp vizsgálatok

Bár a MÁFI nem rendelkezett izotópvizsgálatokra alkalmas berendezésekkel, kutatói foglalkoztak izotópos vizsgálatok kiértékelésével is (Viczián M. et al. 1985).

Megállapították, hogy a három bauxitszint képződményei közül a felső-kréta fedőjűek anomális Pb-206/207 izotóp arányúak. Mivel anyakőzet szempontjából számba jöhető kőzetek közül a permi törmelékes üledékek mutattak hasonló anomáliát, arra a következtetésre jutottak, hogy ennek anyaga csak a felső-kréta idején járulhatott hozzá a bauxittelemek képződéséhez.

## Ásványtani vizsgálatok

Az ásványtani eredmények között szeretnék megemlékezni Gecse Éva néhány, bauxitokban talált szulfát ásványt leíró munkájáról. Éva 1979-től fiatalon bekövetkezett haláláig volt a MÁFI kutatója (Gecse et al. 1979, Gecse et al. 1984).

## Mikromineralógiai vizsgálatok

Nagyegyháza területéről 14 fúrás 113 mintájának a vizsgálata alapján az anyakőzetre és a behordási irányra vonatkozó információk születtek (T. Gecse É. 1982).

## Elektronmikroszkópos vizsgálatok

A MÁFI-ban JEOL JSM 35 pásztázó elektronmikroszkóp áll rendelkezésre, 200-20000-szeres nagyítási lehetőséggel és EDAX feltétellel.

Juhász Erika (1986), Mindszenty Andrea és Gecse Éva mikroszöveti nomenklatúrájára alapozva az aggregátumok és ooidok keletkezését tanulmányozta. Arra a következtetésre jutott, hogy az említett nomenklatúrában szereplő idős (magas fokú szegregáció, jól kristályos, vasdús) és fiatal (alacsony szegregációs fokú, kevésbé kristályos) ooidok jelenléte szempontjából nemcsak az időtényező játszik szerepet, hanem a képződési körülmények is.



## Elektron-mikroszondás vizsgálat (GKL)

Mikroszondával a MÁFI nem rendelkezett, ezért Juhász Erika a GKL-ben végzett mérésekre alapozva foglalkozott a bauxitok Mn-tartalmának megjelenésével (Juhász, Polgári 1987). Vizsgálataikkal azt állapították meg, hogy a Mn kizárólag a Fe-tartalmú fázisokhoz (hematit) kötődik a vasdús ooidok magjában.

## Szedimentológiai vizsgálatok

Juhász Erika (1989) a halimbai bauxit szedimentológiai vizsgálatai alapján fácieseket különített el. Később a szedimentológailag kimutatott fáciesek átlagos kémiai alkotókkal való összevetésével és matematikai feldolgozásával azt állapították meg, hogy ugyanezen fáciesek a kémiai paramétereik (Al, Si, Fe) alapján is jól elkülöníthetők (Juhász, Ó. Kovács 1990).

## Röntgendiffrakciós vizsgálatok

A laboratóriumban Philips PW 1710 diffraktométer ill. a hozzá csatlakoztatott – Sajó István által, korábban az ALUTERV-FKI-ban fejlesztett XDB Power Diffraction Phase Analytical System 2.7. version – számítógépes vezérlő, kereső és kiértékelő rendszer működik. A kiértékelő rendszer eredetileg kifejezetten bauxitok elemzésére készült.

A nemzetközileg standardnek elfogadott aluminit röntgendiffrakciós reflexióinak adatai (JCPDS PDF No. 8-55) annyira rossz és pontatlan, hogy nemcsak a mennyiségi elemzést, hanem sok esetben még a röntgendiffrakciós azonosítás lehetőségét is megkérdőjelezi. Ennek a kérdésnek a tisztázására készült különböző leőhelyű aluminitok részletes röntgen-pordiffrakciós vizsgálata. Ennek kapcsán meg lehetett állapítani, hogy a különböző leőhelyekről származó minták (külföldiek is) nem rendelkeznek olyan egyedi szerkezeti sajátosságokkal, amelyek az elemi cella méreteiben is megnyilvánulnának és azok változékonyságát okoznák.

Az aluminit víztartalmára vonatkozóan is bizonytalan adatok szerepeltek az irodalomban. Ezzel párhuzamosan az ALUTERV-FKI-ban készült termoanalitikai vizsgálatok segítségével meg lehetett állapítani, hogy az ásvány 9 molekula vizet tartalmaz, és értelmezni lehetett a hőbomlás részfolyamatait (4 lépcsős víztávozás, 2 lépcsős szulfátbomlás, feltételezve egy dialumínium-monoszulfát ( $\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SO}_4$ ) köztesterméken keresztül). (Az aluminit víztartalmára vonatkozó irodalomban bizonytalan adatok szerepeltek.) A vizsgálatok szerint a 9 molekula vízből 7 molekula kristályvíz (Farkas, Kürthy Komlósi 1981).

Beremenden az albai mészkő hasadékában talált vörösiszapban gibbsit került kimutatásra (Császár, Farkas 1984). Ez az indikáció nem azonos a villányi hegységi első-kréta bauxittal, amely böhmite és diaszporos.

## Termoanalitikai vizsgálatok

Valamivel részletesebben tudok beszámolni szűkebb szakterületem, a termoanalitika ill. infravörös spekt-

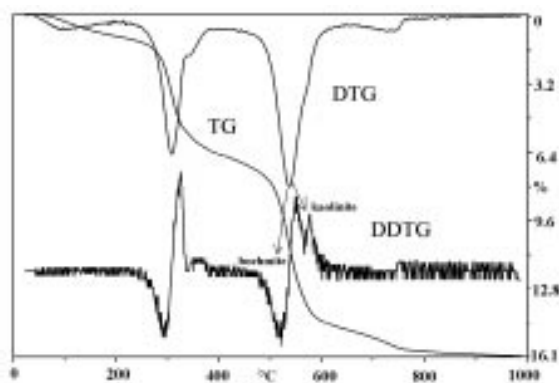
roszkópia bauxitvizsgálatokkal kapcsolatos módszertani fejlesztéseiről.

A MÁFI-ban a vizsgálatok a magyar fejlesztésű és gyártmányú derivatograph különböző generációs készülékein történtek. Már a fejlesztő kutatók is ajánlották a módszert bauxitok vizsgálatára, így bauxitok pirit-tartalmának meghatározására (Paulik F. et al. 1963), vagy a gibbsit hőbomlásának tanulmányozására (Paulik F. et al. 1983).

A MÁFI-ban történt nagyszámú vizsgálatból most csak az 1989-ben beszerzett derivatograph-PC készülék adta, a bauxit vizsgálatoknál használható előnyöket szeretném bemutatni (Földvári 1990).

A bauxit ásványainak meghatározására a módszer ideális, azonban egyes ásványok hőreakciói (gibbsit-goethit vagy böhmite-kaolinit (esetenként) diaszpor) fedésbe kerülhetnek egymással.

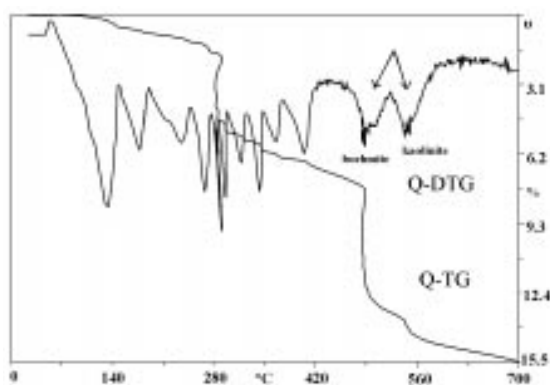
Két lehetőség is adódik a fedésben lévő reakciók szeparálására. A termogravimetriás görbe második deriváltja (DDTG) lehetővé teszi az első deriválton (DTG) még fedésben lévő reakciók elkülönítését. Az 1. ábra egy nyirádi bauxitminta egymással fedésben lévő böhmite és kaolinit reakciójának második derivált görbével történő szétválasztását illusztrálja.



1. ábra: Nyirádi bauxit minta böhmite és kaolinit egymással átfedő termikus reakcióinak elválasztása második derivált módszerrel

Egymást fedő termikus reakciók szétválasztására alkalmas a kvázi-izoterm-kvázi-izobar mérés technika is, melynek során szabályozott reakciósebességgel izoterm vagy közel izoterm módon hagyjuk a reakciókat végbemenni. Ilyenkor az egyes bomlási folyamatok az adott ásványra jellemző kritikus hőmérsékletnél mennek végbe, s azoknak az ásványoknak a reakciói is szétválaszthatók, melyek kritikus hőmérsékletei néhány °C különbségre vannak egymástól, s melyek dinamikus fűtési technika alkalmazásakor egymással fedésbe kerülnek. A 2. ábrán az előző minta kvázi technikás felvétele látható. A vizsgálatokhoz egy speciális, ún. labirint tégelyt alkalmaznak, melyben öngenerálódott atmoszférikus nyomás veszi körül a mintát. A rendszer úgy működik, hogy amint a minta bomlása az említett körülmények között elér egy adott sebességet, a rendszer leállítja a fűtést. A reakció így függetlenné válik a vizsgálati körülményektől (Paulik F., Paulik J. 1971, 1972, 1973, Paulik





**2. ábra:** Nyirádi bauxitminta böhmit és kaolinit egymást átfedő termikus reakcióinak elválasztása kvázi-izobar-kvázi-izoterm mérési technika segítségével

## Infravörös spektroszkópia

Az intézetben jelenleg Perkin Elmer 1600 Series FTIR Fourier transzformációs infravörös spektrofotométer működik. A vizsgálatok többségét korábban Specord típusú IR készülékkel végeztük. A vizsgálati módszer mind a bauxitásványok azonosítására, mind mennyiségi meghatározásukra alkalmas (3. ábra, 1. táblázat).

A felsorolt sávok közül egyesek alkalmasak a mennyiségi meghatározás kivitelezéséhez, mások a kristályosodottság méréséhez ill. a helyettesítések észlelésére (2. táblázat).

A mennyiségi meghatározásokra a Jónás, Solymár (1970) által bevezetett módszereket alkalmaztuk, melyek közül az abszolút módszer extinkciós koefficiensek meghatározásán alapuló kalibrációs görbékkel történik. A relatív módszer a kémiai elemzés  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  adatait osztja el a bauxitásványok között. A mérés kivitelezéséhez szükség van a kvarctartalommal és a goethit víztartalmával történő korrekcióra.

Az alumogóethitek Al-tartalmának meghatározására mindhárom műszeres analitikai módszer alkalmas (4. ábra, Solymár 1970). A termoanalitikai módszert

1. táblázat:

Bauxitásványok infravörös sávjainak asszignációja

cm <sup>-1</sup>	ásványok					asszignáció
3700	kaolinit					$\nu$ OH
3670	kaolinit					$\nu$ OH
3650	kaolinit					$\nu$ OH
3620	kaolinit	gibbsit				$\nu$ OH
3525		gibbsit				$\nu$ OH
3460		gibbsit				$\nu$ OH
3400	kaolinit					H <sub>2</sub> O $\nu$ OH
3395		gibbsit				$\nu$ OH
3375		gibbsit				$\nu$ OH
3295			böhmít			$\nu$ OH
3095-(3150)				goethit		$\nu$ Fe-OH
3090			böhmít			$\nu$ OH
3000				diaszpor		$\nu$ OH
2920				diaszpor		$\nu$ OH
1160	kaolinit					$\nu$ Si-O
1155			böhmít			$\delta$ Al-OH
1120	kaolinit					$\nu$ Si-O
1070			böhmít			$\delta$ Al-OH
1060		gibbsit				$\delta$ Al-OH
1040	kaolinit			goethit		$\nu$ Si-O-Si
1010	kaolinit					$\nu$ Si-O-Si
970		gibbsit		diaszpor		$\delta$ Al-OH
940	kaolinit					$\delta$ Al-OH
915	kaolinit	gibbsit				$\delta$ Al-OH
904				goethit		$\delta$ Fe-OH
830		gibbsit				$\delta$ Al-OH
803				goethit		$\gamma$ (OH)
? 800	kaolinit					$\delta \perp$ Si-O-Al
790	kaolinit					$\delta_s$ Si-O-Si
770			böhmít			Al-O az oktaéderben
750	kaolinit					$\delta_s$ Si-O-Si
745-755			böhmít			$\gamma$ Al-OH
690	kaolinit					$\delta_s$ Si-O-Si
672				goethit		$\nu$ Fe-O
650			böhmít			Al-O az oktaéderben
580				diaszpor	goethit	$\nu$ Fe-O
530	kaolinit					$\delta$ Si-O-Al
470				goethit		$\nu$ Fe-O
465	kaolinit					$\delta$ Si-O
430	kaolinit					$\delta$ Si-O

2. táblázat:

Bauxit ásványok specifikus infravörös sávjai

cm <sup>-1</sup>	menyiségi meghatározásra használt specifikus sáv	rendezettségi állapotra specifikus sávok	helyettesítésre jellemző specifikus sávok
3700	kaolinit	kaolinit	
3650		kaolinit	
3620		kaolinit	
3525		gibbsit	
3460	gibbsit	gibbsit	
3090	böhmít		specifikus csúcs (Fe beépülés hatására csökken az intenzitása)
940		kaolinit	
915		kaolinit	
904			Fe-OH, Al-goethitben magasabb hullámszám felé tolódik (lineáris 890-950-ig 30 mol % Al)

## IRODALOM

- Császár G., Farkas L. 1984: Újabb bauxitszintre utaló indikációk a Villányi-hegységben. – MÁFI évi jelentés 1982-ről, pp. 237-244.
- Farkas L., Kürthy K., Komlósi J. 1981: Az aluminit szerkezeti vizsgálata röntgendiffrakciós és termoanalitikai módszerrel. (Gánt, Csordakút). – MÁFI évi jelentés 1979-ről, pp. 515-523.
- Földvári M. 1990: New possibilities in phase analysis of rocks with derivatograph-c. – Journal of Thermal Analysis, 36, pp. 1707-1715.
- Földvári M., Kocsárdy É. 1984: A kaolinit kristályos állapotának infravörös-spektrometriás meghatározását befolyásoló tényezők. – MÁFI évi jelentése az 1982. évről, pp. 417-422.
- T. Gecse É. 1982: A nagygyézházi bauxitlep mikromineralógiai vizsgálata. – MÁFI évi jelentés 1980-ról, pp. 435-448.
- Gecse É., Bárdossy Gy., Dózsa L.-né, Kenyeres J.-né, Siklósi L.-né 1979: Bassanit és metabassanit a magyarországi bauxitban. – Földtani Közlöny, 108, pp. 111-119.
- Gecse É., Tóth Á., Popity J. 1984: Aluminit és basaluminit a csordakúti bauxitban. – MÁFI évi jelentés 1982-ről, pp. 423-466.
- Juhász E. 1986: Halimbai és németbányai bauxitok scanning elektronmikroszkópos vizsgálatából levont néhány genetikai következtetés. – MÁFI évi jelentés 1984-ről, pp. 333-342.
- Jónás K., Solymár K. 1970: Determination of the mineral composition of bauxites by infrared spectrophotometry. – Acta Chim. Acad. Sci. Hung. 66, pp. 1-11.
- Juhász E. 1989: Sedimentological features of the Halimba karstic bauxite. – Acta Geologica, 31 (1-2) pp. 111-136.
- Juhász E., Ó. Kovács L. 1990: A halimbai bauxit kémiai és szedimentológiai típusainak kapcsolata. – MÁFI évi jelentés 1988-ról, pp. 255-266.
- Juhász E., Polgári M. 1987: A halimbai bauxit az elektronmikroszkopos vizsgálatok tükrében. – MÁFI évi jelentés 1985-ről, pp. 267-282.
- Paulik F., Gál S., Erdey L. 1963: Determination of the pyrites content of bauxites by thermal methods. – Analytica Chimica Acta, 29, pp. 381-394.
- Paulik J., Paulik F. 1971: „Quasi-isothermal” thermogravimetry. – Analytica Chimica Acta, 56, 2, pp. 328-331.
- Paulik F., Paulik J. 1973: Investigations under quasi-isothermal and quasi-isobaric conditions by means of the derivatograph. – Journal of Thermal Analysis, 5, 2-3, pp. 263-270.
- Paulik F., Paulik J. 1972: Kinetic studies of thermal decomposition reactions under quasi-isothermal and quasi-isobaric conditions by means of the derivatograph. – Thermochimica Acta, 4, 3-5, pp. 189-198.
- Paulik F., Paulik J., Naumann R., Köhnke K., Petzold D. 1983: Mechanism and kinetics of the dehydration of hydrargillites. Part I. – Thermochimica Acta, 1-2, 64, pp. 1-14.
- Paulik J., Paulik F. 1972: „Quasi-isothermal” and „quasi-isobaric” thermogravimetry. – Analytica Chimica Acta, 60, 1, pp. 127-130.
- Solymár K. 1970: Alumogothite in den Ungarischen Bauxiten. – Annales Instituti Geologici Publici Hungarici LIV. 3, pp. 359-373.
- Viczián M., Dudich E., Tóth Á. 1985: A Dunántúli-középhegység bauxitjainak ólom-izotóp vizsgálata. – MÁFI évi jelentés 1983-ról, pp. 111-116.

**DR. FÖLDVÁRI MÁRIA** okl. geológus 1968-ban szerzett diplomát az Eötvös Loránd Tudományegyetem geológus szakán. Egész munkásságát a Magyar Állami Földtani Intézetben folytatta, ahol nyugdíjba vonulásáig (2007) az Ásvány-Kőzettani Osztály vezetője volt. Fő szakterülete ásványok termoanalitikai és infravörös spektroszkópiás vizsgálata.

### Alumínium konferencia Indiában

Az indiai Pune-ban tartották 2008. november 11-én az első „Alumínium és könnyűsúlyú szállítóeszközök – fenntartható fejlődés” c. nemzetközi konferenciát, mely kifejezetten a szállítmányozás környezeti hatásainak csökkentését célozta az alumínium-felhasználás növelésével. A helyszín kiválasztása is ezzel kapcsolatos; először is Indiában közel 10 millió szállítóeszközzel növekszik az utakon futó járműpark, másodsor, Pune az indiai autógyártás egyik fellegvára.

A konferencián számos alumínium- és autógyártó vállalat tartott előadást – főleg a hazai gépjárműgyártóknak. Az előbbieket között volt pl.: Hindalco, RUSAL, Alcoa, Hydro, Rio Tinto Alcan, Century NF Casting, az IAI (Nemzetközi Alumínium Intézet), valamint a Jaguar Land Rover, az utóbbiak között a TATA, Ashok Leyland, Mahindra Bajaj Auto.

A szállítmányozásban a szállítóeszközök súlyának csökkentése (az alumíniumból készült részek növelése) része a „tisza technológiának”, hiszen a közlekedés adja az ember által kibocsátott üvegházhatású gázok legnagyobb részét. Minden 100 kg súlycsökkentés egy gépjárműben kilométerenként 9 grammal csökkenti a kibocsátott CO<sub>2</sub> mennyiségét. Igaz, hogy az alumínium-felhasználás bizonyos mértékben növeli a kocsik gyártási költségét, de ez 4-5 éven belül megtérül a kisebb üzemanyag-fogyasztás és a kisebb karbantartási költségek révén.

Az autógyártók mellett a vasúti minisztérium is az acélnak alumíniummal való helyettesítésére irányuló kísérleteket határozott el. A Vasúttársaság 6 szerelvényt rendelt, melyek hamarosan megkezdik a próbákat.

India – ahol az alumínium-felhasználás a hagyományos vashoz képest viszonylag kicsi – a most épülő négy új alumíniumkohó révén két év alatt a jelenlegi 1,2 Mt-ról 4 Mt-ra növeli saját alumíniumtermelését.

*Az IAI sajtószemléje alapján*

*PT*

# Visszatekintés a Fémipari Kutató Intézetben és az Aluterv-FKI-ban elektronsugaras módszerekkel végzett bauxitkutatásokra

DR. PINTÉRNE CSORDÁS ANNA okl. fizikus, MTA KFKI AEKI, CSANÁDY ANDRÁSNE okl. vegyész,  
Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közalapítvány Anyagtudományi és Technológiai Intézet (Budapest)

*Közleményünkben a teljesség igénye nélkül tekintjük át a Fémipari Kutató Intézetben, majd jogutódjában, az ALUTERV-FKI-ban 1971 és 1996 között elektronsugaras vizsgálati eszközökkel folyt bauxitvizsgálatokat-kutatást. Röviden bemutatjuk a fenti intézményben használt elektronsugaras eszközöket, valamint azt, hogy milyen információkat nyerhettünk velük a bauxitokról. Néhány, a nemzetközi irodalomban publikált példával illusztráljuk a fenti területen folytatott munkát.*

## Bevezetés

A Fémipari Kutató Intézetben, majd jogutódjában, az ALUTERV-FKI-ban kiterjedt anyagszerkezet vizsgálati-kutatási munka folyt a hazai és a külföldi bauxitok jobb megismerése érdekében. Az intézet jellegéből fakadóan mind technológiai céllal, mind a bauxitgeológia igényeinek kielégítésére folytak nagyműszeres elektronsugaras vizsgálatok és kutatások. Az ALUTERV-FKI komplex anyagvizsgálati arzenállal rendelkezett, hiszen az elektronsugaras nagyműszerek mellett röntgendiffraktométer, infravörös spektrofotométer, derivatográf, fajlagos felületmérő, szemcseméret analízátor stb. és a kémia korszerű analitikai eljárásai mind a bauxitokkal, alumínium hidrátokkal, vörös iszapokkal, timföldekkel, továbbá a fémekkel és ötvözetekkel kapcsolatos kutatást szolgálták. A nagyműszerek módszereihez kapcsolódó fejlesztések (szoftverek, értékelési és preparatív technikák) is célzottan ezekre a területekre irányultak [1,2]. Az ALUTERV-FKI 1996. október 31-i felszámolásával az elektronsugaras nagyműszerek az MTA KFKI AEKI tulajdonába mentek át, ahol a fűtőelem- és reaktoranyagok területén használják őket. A helyhiány és a várhatóan teljesen más irányú anyagszerkezet vizsgálat miatt az ALUTERV-FKI elektronsugaras laboratóriumában született felvételek negatívjai, valamint a kutatási jelentések egy része is az Alumíniumipari Múzeumba került. A laboratórium utolsóként maradt két munkatársa egyes kutatási jelentéseket és a saját publikációit magával vitte, így vált egyáltalán lehetővé ennek a rövid áttekintő közleménynek a megszületése.

## Elektronsugaras nagyműszerekkel történő bauxit anyagvizsgálat célja és eszközei

A vizsgálatok – kutatás célja az volt, hogy megismerjük a különböző telephelyekről származó hazai és külföldi bauxitok morfológiai tulajdonságait, elemi összetételét, és az ezekből nyerhető információkkal segítsük a timföldtechnológiát és a bauxitgeológiai kutatást.

A bauxit morfológiája alatt a változatos méretű és alakú szemcsékből és azok halmazából álló szilárd anyag alkotórészeinek méretét, alakját, az anyag térkitöltését értettük, és ennek vizsgálatára szolgált a pásztázó elektronmikroszkóp (SEM). 1971-ben a Fémipari

Kutató Intézet szerezte be az ország első SEM-jét, amelyet 1983-ban egy még korszerűbb Philips SEM 505 típusú készülékre cserélt le (az előbbi SEM Székesfehérvárra került a KÖFÉM-be). Az akkori idők SEM készülékeinek az volt az óriási előnye sok más készülékkel szemben, hogy a szekunder elektronokkal végzett közvetlen felület vizsgálatokhoz szükséges mintaelőkészítés nagyon egyszerű volt. A minták mindössze annyi előkészítést igényeltek, hogy a megfelelő méretű vagy por halmazállapotú mintákat egy vékony szénréteg párologtatásával vagy porlasztásával elektromosan vezetővé kellett tenni. Ennél bonyolultabb és munkaigényesebb eljárás a tömb vagy por halmazállapotú mintákból visszaszórt elektronsugarak vagy elektronsugaras mikroanalízis céljából a keresztmetszeti csiszolatok előállítására. Ezt kétkomponensű, vákuumot tűrő műgyantába való ágyazással, gondos csiszolással és polírozással és a minták vezetővé tételével oldottuk meg. Ilyen mintákról természetesen szekunder elektron felvételek is készíthetők. Ma már az ún. környezeti SEM mikroszkópokban mindenfajta vezető réteg nélkül is lehet vizsgálni az elektromosan rosszul vezető, vagy akár vizes mintákat is.

Nem elégedtünk meg a kvalitatív képi információkkal. 1980-ban egy OMNICON-Reichert gyártmányú FAS-II típusú képanalizátort szerezünk be, amely első sorban műgyantába ágyazott, síkracsiszolt, polírozott mintákon volt alkalmas a szemcsék, kristályok, halmazok méretének és alakjának mennyiségi jellemzésére.

A bauxitok elemi összetételének vizsgálatára ún. hullámhosszdiszperzív elektronsugaras mikroanalizátorokat (rövidítve EPMA), valamint energiadiszperzív elektronsugaras mikroanalizátorokat (rövidítve EDX) használtunk. A Fémipari Kutató Intézet 1969 óta használt az MTA Geokémiai Kutató Intézetével közösen egy JEOL gyártmányú két spektrométerrel rendelkező EPMA-t, majd 1979-ben mód nyílt egy, az akkori időkben legkorszerűbb, számítógépezérlésű, három kristálspektrométerrel rendelkező JEOL Superprobe 733 típusú EPMA beszerzésére, ami a mai napig is működik (1996. november 1. óta fele tulajdonban a KFKI AEKI birtokában, a másik fele az MTA Geokémiai Kutató Laboratóriumáé). A Fémipari Kutató Intézet 1979-ben szerzett be a SEM mikroszkópjához egy EDAX 711 típusú EDX analízátort, amely a nátriumtól az uránig terjedő elemtartományban volt alkalmas a szilárd szövet-



len minták felületközeleli elemi összetételének minőségi, fél-mennyiségi és bizonyos feltételek teljesülése esetén mennyiségi vizsgálatára. Ez utóbbi feltételek közé tartozik a minták sík volta, amelyet a korábban már említett műgyantába ágyazással, csiszolással, polírozással és a felület vezetővé tételével (egy vékony szénréteg párologtatásával vagy porlasztásával) oldottunk meg. 1988-ban az EDAX analízátor számítógépének tönkremenetele miatt sor került egy LINK AN 10/55S típusú, digitális képek gyűjtésére és feldolgozására is alkalmas szoftverekkel ellátott EDX rendszer beszerzésére (ez a készülék jelenleg is működik az MTA KFKI AEKI-ban).

Az 1. táblázatban az eddigiekben említett elektron-sugaras vizsgálati módszerek legfontosabb jellemzőit és a velük nyerhető információkat gyűjtöttük össze. A táblázatban a felbontás adatoknál a mai korszerű készülékekkel elérhető értékeket is feltüntettük.

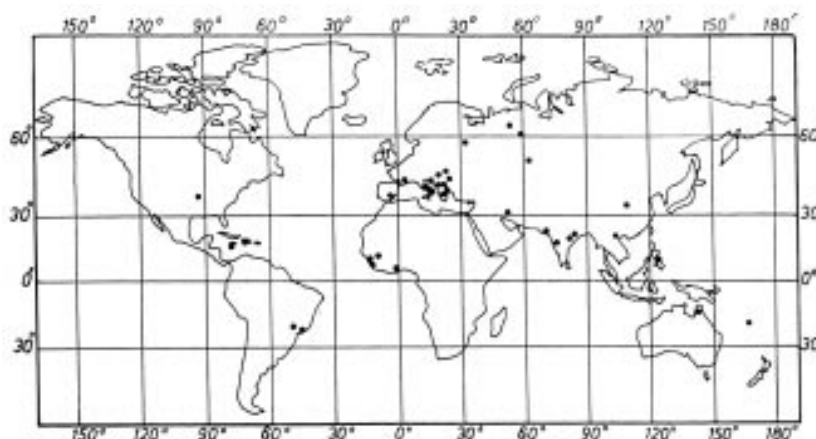
#### A pásztázó elektronmikroszkópos bauxitvizsgálat

A bauxitok SEM-mel történő vizsgálatai a 70-es évekre nyúlnak vissza. Lahodny Sarc és munkatársai [3] 1972-ben publikáltak két jugoszláv és egy Sierra Leone-i bauxit pásztázó elektronmikroszkóppal történő összehasonlítását. Cailére és Pobeguín [4] 1973-ban Ariège, Franciaországból származó diaszpor kristályok SEM vizsgálatát közölte. Bushinszky [5] 1975-ben Észak-Urálból származó diaszpor SEM vizsgálatáról számolt be. Solymár [6] 1975-ben négy magyar és három orosz bauxit összehasonlítását végezte el, párhuzamot vonva a SEM-mel vizsgálható morfológia és a bauxitok technológiai viselkedése között. Keller professzor [7] sikeresen alkalmazta a SEM-et agyagásványok vizsgálatára.

Az ő bátorítására került sor Bárdossy György rendkívül értékes gyűjteményéből 46 karszt, 18 laterit és 1 darab tyihvini típusú bauxit SEM-es vizsgálatára, a bauxitok származási helyeit az 1. ábra térképe mutatja [8].

1. táblázat:

Módszer	Felhasznált jelek	Felbontás	Információ fajtája
SEM	Másodlagos elektron (SE)	10 - 2 $\mu\text{m}$	Morfológia (méret, alak, térkitöltés)
SEM	Visszaszórt elektron (BE)	Néhány tized $\mu\text{m}$ - 3 $\mu\text{m}$	Összetéti inhomogenitások (pl. zárványok, üregek stb.) megjelenítése
EPMA-WDX	Karakterisztikus röntgenfotonok	Mélység: néhány tized $\mu\text{m}$ - 3 $\mu\text{m}$ Elemek: B-U Kimutathatósági határ: század tömeg%	Elemi összetétel pontosabb vizsgálata pontban, vonal mentén és területen
EDX	Karakterisztikus röntgenfotonok	Be-ablakos: Na-U Vékonyablakos: B-U Kimutathatósági határ: tized tömeg%	Síkracsizolt és tömb minták elemi összetételének gyors vizsgálata, ismeretlen minták elemi összetételének meghatározása



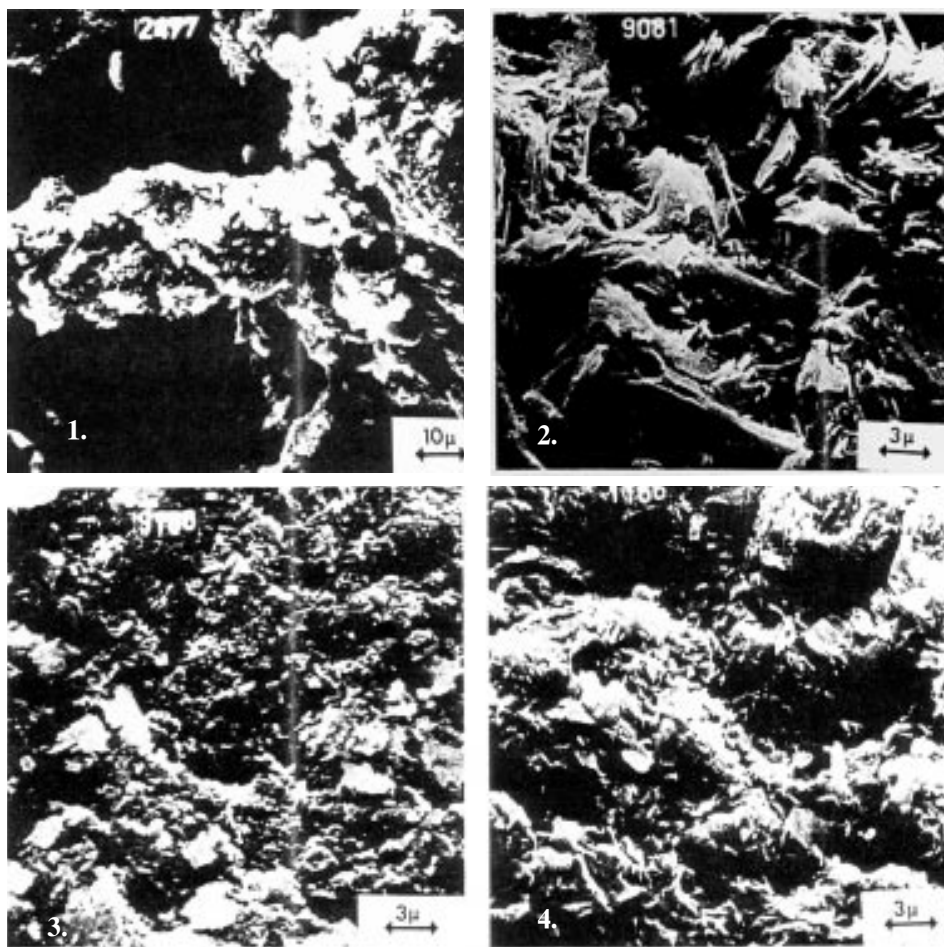
1. ábra: SEM-mel vizsgált bauxitmintáink lelőhelyei a világban

Ez volt az első nagy darabszámú, jól azonosított bauxit SEM-mel történő vizsgálata. A bauxitminták gyűjtése a telephely adatainak rögzítésével történt, és ismert volt a gyűjtemény bauxitjainak ásványtani összetétele is. Ez utóbbi több esetben megkönnyítette a SEM felvételeken látható kristályszerkezetek fázisainak valószínűsítését. A SEM-es bauxitvizsgálathoz frissen tört bauxitfelületeket használtunk. Ez is újdonság volt, mert korábban a timföldtechnológusoktól csak finomra őrölt bauxitmintákat kaptunk. Számukra az ásványok természetben található együttállása nem hordozott információt. A kiválasztott bauxitminták SEM vizsgálata során az alábbi tulajdonságokat tanulmányoztuk:

- a minták egyedi szemcséinek átlagos, minimális és maximális szemcsemérete
- az egyedi szemcsék alakja
- az anyag térkitöltésének módja.

A SEM-mel történő vizsgálat nagy különbségeket tárt fel a különböző karszt- és lateritbauxitokban megfigyelhető egyedi szemcseméreteken, valamint az anyag térkitöltési módjában. A 2. ábra néhány karsztbauxit jellegzetes másodlagos elektron (SEI) felvételeit mutatja [8]. Látható a felvételeken, hogy a legfiatalabb karsztbauxitnak, amely Maré szigetéről származik, a leglazább a térkitöltése. Óriási üregek láthatók az aprókristályos halmazok között. Az egyedi méretek 0,05 és 0,20  $\mu\text{m}$  között vannak, a leggyakoribb méret 0,15  $\mu\text{m}$ . A magyarországi nyírádi és iharkúti bauxitok boehmites

Néhány elektronsugaras módszer legfőbb jellemzői



**2. ábra:** Különböző karsztbauxitok jellegzetes SEI felvételei [8]  
1. A Maré szigetről származó bauxit, 2. Chalkidiké szigetéről származó diaszporos-chamozitos bauxit, 3-4. Nyírad-Iharkútról származó bauxitok

gibbsites felépítésűek és közepes porozitásúak. Az egyedi méretek 0,1 és 0,3  $\mu\text{m}$  között változnak. Nagymértékben eltér az eddig tárgyaltaktól a Chalkidiké szigetéről származó diaszporos-chamozitos bauxit felépítése és egyedi szemcséinek mérete. 1  $\mu\text{m}$ -tól kb. 20  $\mu\text{m}$ -ig terjed a diaszpor kristályok mérete. Az újrakristályosodás nyomás alatt történt, ezután csak kevés üreg maradt a kristályok között. Így alakult ki az általunk szövedékesnek nevezett térkitöltés.

Gibbsites makropizoidos bauxit tipikus SEI felvételei láthatók a 3. ábrán a weipai gibbsites pizoidos bauxitával együtt.

A karsztbauxitok fő ásványai általában nagyon kicsik, zömmel néhány tized  $\mu\text{m}$  szemcseméretűek. Nagyobb méretű ásványi szemcse csak néhány másodlagosan képződött ásvány esetében fordul elő. A laterit bauxitok átlagos szemcse nagysága nagyobb, mint a karsztbauxitoké, és több előforduláson (ilyen a weipai is) néhány  $\mu\text{m}$  méretű gibbsit kristályok is előfordulnak.

Az alábbi térkitöltési módokat különböztettük meg a bauxitok SEM vizsgálata alapján: halmazos, egyenletesen mikropórusos, egyenletesen tömött, szövedékes, kollomorf-szivacsos, vázas és kioldásos.

## Néhány bauxit mikromineralógiai mintájának elektronsugaras vizsgálata

Intézetünkben ezek a munkák két másik neves geológus kolléga, Vörös István és Mindszenty Andrea kezdeményezésére történtek.

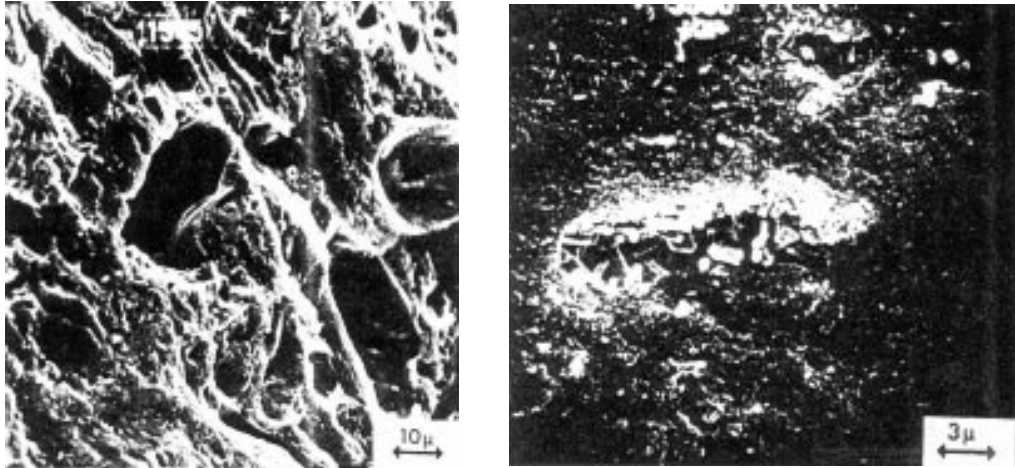
Vörös István Iszkaszentgyörgy-Kincsesbánya-Bitó telephelyről származó mikromineralógiai mintákban különböző elemi összetételű szemcséket, mint például cirkont, ilmenitet, földpátot, rutilt, vasban dús szemcséket és kis mennyiségben egyéb összetételű (pl. gipsz) szemcséket azonosítottunk [15, 16]. Megismerve a várható kémiai osztályokat, a rendelkezésre álló SEM + EDX + képanalizátor mű-

szeregyüttes segítségével egy számítógépes összetétel osztályozó programot készítettünk, amellyel meghatározhatóak voltak az egyes kémiai osztályok előfordulási arányai, valamint a szemcsék különféle geometriai méretei és alak tényezői. Például a 0,32-0,2 mm és a 0,1-0,06 mm méretű frakcióban az alábbi hét kémiai osztályba tartozó szemcsék számát, méreteit, alak tényezőjét határoztuk meg:

**2. táblázat:** Az Iszkaszentgyörgy-bitói telep két mikromineralógiai szemcsefrakciójának osztályozása

0,32-0,2 mm-es frakció			0,01-0,06 mm-es frakció		
Osztály	N (%)	Alak tényező	Osztály	N (%)	Alak tényező
1. Al-dús	14,1	0,89	1. Al-dús	-	-
2. Kvarc	70,3	0,92	2. Kvarc	-	-
3. Cirkon	-	-	3. Cirkon	8,2	0,94
4. K-földpát	6,3	0,81	4. K-földpát	-	-
5. Ti-dús	-	-	5. Ti-dús	4,1	0,88
6. Ilmenit	8,0	0,88	6. Ilmenit	70,4	0,87
7. Fe-dús	1,3	0,96	7. Fe-dús	17,4	0,81



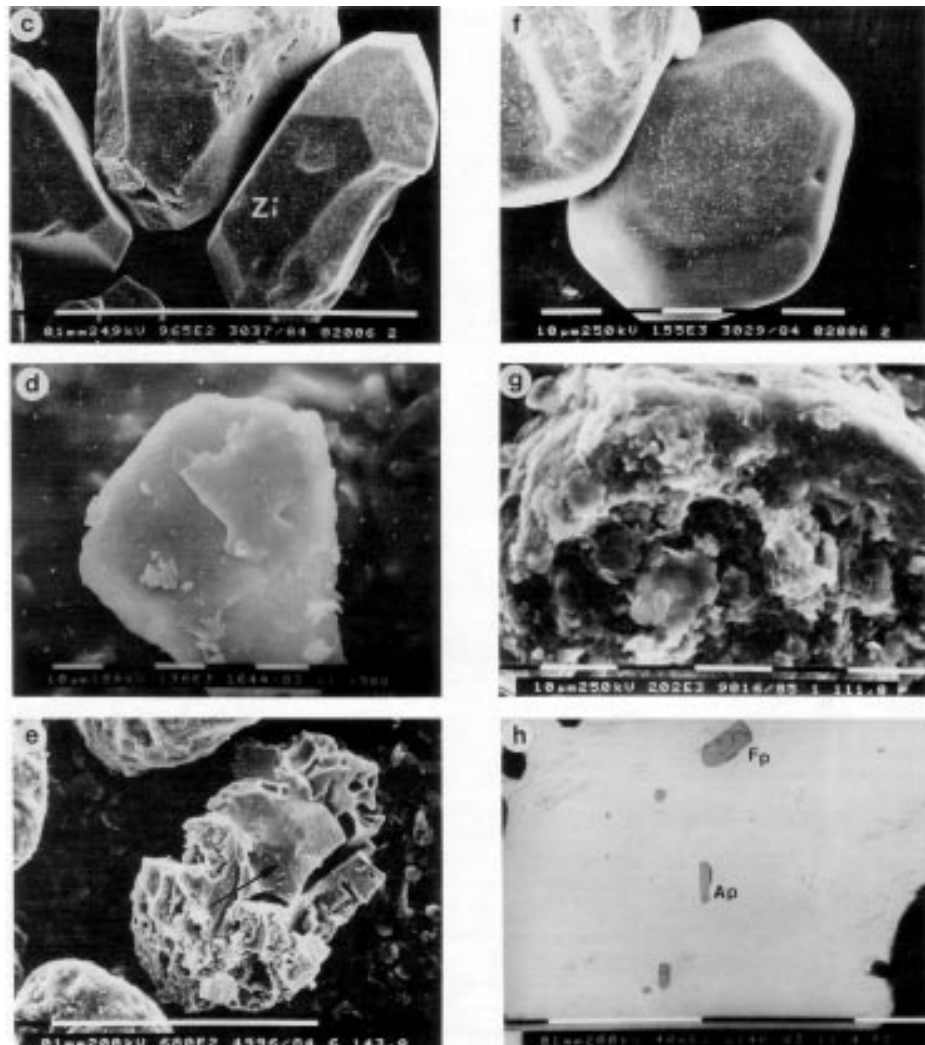


3. ábra: Bamako-Mali (bal oldali) és weipai bauxit (jobb oldali) tipikus SEI felvételei [8]

- Al-ban dús szemcsék (oldatlan bauxitmaradvány)
- Kvarc
- Cirkon
- Kálium-földpát
- Ti-dús szemcsék
- Ilmenit
- Fe-dús szemcsék

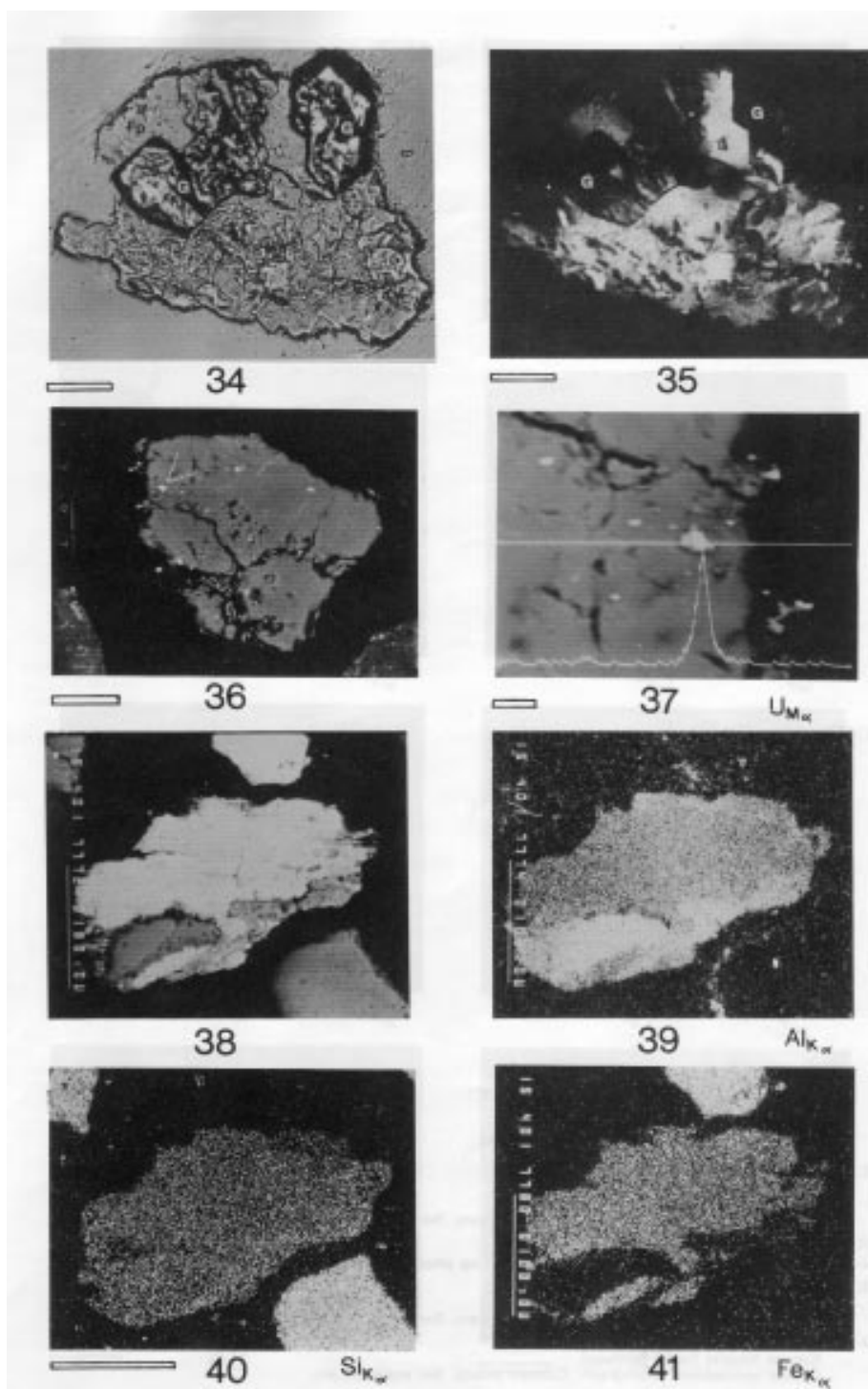
A 4. ábrán hat kémiai osztály jellegzetes ásványi szemcséit láthatjuk, a 2. táblázat pedig a két frakcióba tartozó ásványi szemcsék százalékos mennyiségét és átlagos alakátényezőjét adja meg.

Míg a durvább szemcsefrakció fő összetevője a kvarc, a finom szemcsefrakció fő alkotója az ilmenit (mellette Fe-dús szemcsék és cirkon a következő legjelentősebbek). A táblázatban feltüntetett alakátényező a szemcsék kétféle kerületének, az ún. konvex (érintővel körülvett egyszerűsített kerület) és teljes kerületének a hányadosa. Minél bonyolultabb egy szemcse felépítése, annál nagyobb a teljes kerülete a róla készített felvételeken két dimenzióban, és annál kisebb a fenti alakáté-



4. ábra: Az Iszkaszentgyörgy-Kincsesbánya-Bütő telepről származó bauxitok mikromineralógiai mintáinak néhány jellegzetes ásványi szemcséje [16]

Felülről lefelé balról jobbra: cirkon szemcsék, ilmenit, földpát: 0,1-0,06 mm-es frakció. Nagymértékben eródtált Fe-dús szemcse: 0,32-0,2 mm-es frakció. Ti-dús (valószínűleg rutil – nyílal jelölt) szemcse: 0,1-0,06 mm-es frakció. Ilmenit szemcse apatit (Ap) és K-földpát (Fp) zárványokkal.



5. ábra: Néhány példa halimbai és Iszka-rákhegyi mikromineralógiai minták SEM és EPMA eredményeire [17]

nyező. Ezt az alaktényezőt kapcsolatba hoztuk a szemcsék erodáltságával. Eszerint a durva frakcióban a földpát és az ilmenit, a finom frakcióban a Fe-dús szemcsék mutatják a legnagyobb mértékű eróziót.

A fenti telephely kiválasztott mikromineralógiai mintáinak elektronsugaras eszközökkel való vizsgálata a geológiai kutatás számára fontos eredményeket szolgáltatott. Ilyenek például az ilmenit-cirkon összenövé-

sek, valamint egyes ilmenit szemcsékben kisméretű apatit- és/vagy földpát szemcsék kimutatása.

Mindszenty Andreának a Dunántúli-középhegységből származó különböző mikromineralógiai mintáinál hasznosan tudtuk kiegészíteni a nagyon gondos sztereomikroszkópos mikromineralógiai vizsgálatokat a mi elektronsugaras vizsgálati módszereinkkel. Ugyanazokat a részleteket tanulmányoztuk SEM-mel és EPMA-val, amelyeket az optikai mikroszkópos vékonycsiszolaton megtaláltak. A SEM nagyobb felbontása és az elemanalízis vizsgálatok lehetőségei geológiai szempontból fontos ásványtársulásokat tártak fel. Néhány példát mutat az 5. ábra, amelyen a [17] publikáció néhány felvételét mutatjuk be. Halimbai mikromineralógiai mintában (34 és 35 jelzésű képek) földpátban gránát zárványokat azonosítottunk. Ugyancsak Halimbáról származó mintában kvarcban U-dúsulást találtunk (36-37 jelzésű képek). Iszka-rákhegyi csillámtartalmú kőzetdarabban kyanitot azonosítottunk (38-41. jelzésű képek az 5. ábrán).

### Egyéb tevékenység

Az intézetben a bauxitvizsgálatok mellett oktatási tevékenységben is részt vettünk. Elméleti és gyakorlati oktatást tartottunk a fejlődő országok szakemberei számára több ízben tartott UNIDO tanfolyamokon, amelyekhez jegyzeteket is írtunk.

A cikkben említett 25 év alatt számos kutatási jelen-



tést készítettünk elsősorban technológiai, ritkábban geológiai kutatásokhoz (MÁFI) kapcsolódóan. A laboratóriumban nagyszámú tudományos publikáció született az évek folyamán. Cikkünk végén csak a sajátjainkat van módunk felsorolni.

A laboratórium vezetője 1971-1987 között Csanády Andrásné volt, majd 1987-1991-ig Csordás Tóth Anna követte, végül az utolsó években az összevont anyagszerkezet-vizsgálat Gillemot László vezetése alatt állt.

A laboratóriumban a következő kollégák dolgoztak rövidebb-hosszabb ideig: Stefániay Vilmos, Imre Aladárné, Gémesi Mihály, Wojnárovits Lászlóné, Heim Bálintné, Csordás Tóth Anna, Bárány Endréné, Dobosy Mária és Szikora Béla.

### HIVATKOZÁSOK, PUBLIKÁCIÓK

1. Groma Géza, Csanády Andrásné és mások: Az Anyagtudomány korszerű eszközei és alkalmazási lehetőségei, ALUTERV-FKI Kiadványa, 1981
2. O. Brümmer, J. Heydenreich, K.H. Krebs, H.G. Schneider: Szilárd testek vizsgálata elektronokkal, ionokkal és röntgensugárral, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1984. A kötet magyar kiegészítéseit szerkesztette és részben írta Csanády Andrásné.
3. O. Lahodny-Sarc, B.F. Bohor, J. Stanek and V. Hulinsky: Electron microscope study of bauxites, Proc. 1972 Int. Clay Conf., pp. 781-784 (1972)
4. S. Caillere and Th. Pobeguín: Sur les particularités du dias-pore des bauxites, ICSOBA 3rd Congr. Int., Nice, pp. 279-287 (1973)
5. G.I. Bushinsky: Geologia boksitov: Nedra, Moszkva, pp. 1-416 (1975)
6. K. Solymár: Evaluation of Soviet and Hungarian bauxite reference standards from the view of Bayer cycle, in: Mineralogical and Technological Evaluation of Bauxites, pp. 219-226 (1975)
7. W.D. Keller: Scan electron micrographs of kaolins collected from diverse environments and origins, Clays and Clay Minerals Vol. 24, pp. 107-117; Vol. 25, pp. 311-364 (1976, 1977)
8. Gy. Bárdossy, Á. Csanády, A. Csordás: Scanning electron microscope study of bauxites of different ages and origins, Clays and Clay Minerals Vol. 26, No. 4, pp. 245-262 (1978)
9. A. Csordás Tóth, Á. Csanády, V. Stefániay, I. Imre-Baán:

Electron beam investigation possibilities for the purposes of alumina industry, P11, ICSOBA, (1981)

10. Zs. Csillag, A. Csordás Tóth, M. Ceh, D. Ivankovic: Role of ore dressing in beneficiation of monohydrate bauxite, Bauxite Proc. of the 1984 Bauxite Symposium, Los Angeles, California, pp. 708-726 (1984)
11. A. Csordás Tóth, I. Vörös, I. Imre-Baán: Micromineralogical studies of bauxites, Proc. of EUREM 1984, pp. 1045-1046 (1984)
12. Gy. Bárdossy, A. Csordás Tóth, A. Klug: Scanning electron microscopic and X-ray powder diffraction study of manganiferous bauxite, Kincsesbánya, Hungary, Clays and Clay Minerals Vol. 33, No. 6, pp. 532-538 (1985)
13. A. Csordás Tóth, I. Imre, I. Vörös: Investigation of iron containing textural features in bauxites by electron beam methods, Hungarian-Austrian Joint Conference on Electron Microscopy, Balatonaliga, p. 74 (1985)
14. A. Csordás Tóth, I. Imre, I. Vörös: Application of computer controlled instruments for studies of bauxites, ICSOBA, Tapolca, pp. 15-16 (1985)
15. A. Csordás Tóth, I. Vörös, B. Szikora, I. Imre: SEM and EPMA investigations of microminerals of Iszkaszentgyörgy bauxite, TRAVAUX, Vol. 14-15, pp. 63-72 (1984/1985)
16. A. Csordás Tóth, B. Szikora, J. Kürthy-Komlósy, I. Tassy: Preparation and characterization of some particulate materials in the aluminium industry, Scanning Microscopy, Vol. 5, No. 4, pp. 989-1000 (1991)
17. A. Mindszenty, K. Gál-Solymos, A. Csordás Tóth, I. Imre, Gy. Felvári, A. W. Ruttner, T. Böröczky, J. Knauer: Extracasts from Cretaceous/Tertiary Bauxites of the Transdanubian Central Range and the Northern Calcareous Alps. Preliminary Results and Tentative Geological Interpretation. Jubiläumsschrift 20 Jahre Geologische Zusammenarbeit Österreich-Ungarn, Teil 1, pp. 309-345 (1991)
18. Á. Csanády, A. Imre, M. Orbán: Physico-chemical characteristics and analysis of bauxite, red mud, aluminium hydrate and alumina, UNIDO Group Training in Production of Alumina, Vol. 5., ALUTERV-FKI, Budapest (1979). A jegyzet kínai fordítása megjelent 1981-ben, Pekingben.
19. Á. Csanády and A. Csordás-Tóth: Surface Analysis and Morphological Studies of Special Products in: Workshop on Co-Products and By-products of the Bayer Alumina Production, ALUTERV-FKI, Budapest (1991)

**PINTÉRNÉ CSORDÁS ANNA** fizikus, diplomáját Szegeden a JATE-n szerezte, és itt védte meg PhD dolgozatát is. Rövid egyetemi gyakornokoskodás után 4 évig a MOM Optikai Főosztályán, majd 21 éven át a Fémipari Kutató Intézetben (és jogutódjában, az ALUTERV-FKI-ban) dolgozott. Fő területe a nem fémes anyagok (bauxitok, kerámiák, timföldek és egyéb oxidok) anyagszerkezet kutatása, vizsgálata volt. 1996-tól az MTA KFKI AEKI fűtőelem és reaktoranyagok laboratóriumában a fűtőelem burkolatok, a különböző eredetű korróziós részecskék anyagszerkezet vizsgálatával foglalkozik.

**CSANÁDY ANDRÁSNE DR. BODOKY ÁGNES**, az MTA doktora, 1958-ban vegyészként végzett az ELTE Természettudományi Karán. A KFKI-ban töltött gyakornoki idő után 1960-1964-ig a Híradástechnikai Kutató Intézet tudományos munkatársa. 1964-1971 között a Csepel Vas- és Fémművek elektronmikroszkóp laboratóriumának munkatársa, majd vezetője. 1971-től a Fémipari Kutató Intézet elektronsugaras laboratóriumának, majd 1987-1991-ig, nyugdíjazásáig az ALUTERV-FKI Anyagtudományi Főosztályának vezetője. 1994-ben az OMFB-ben elnökhelyettes. 1982-ben védi meg kandidátusi értekezését. 1996-ban habilitál a BME Vegyészmérnöki Karán, majd 1998-ban szerzi meg az MTA doktori címét. 1999 óta a Bay Zoltán Anyagtudományi és Technológiai Intézet tudományos tanácsadója.

# A kovasavtalanítási termék „in situ” keletkezése

BÁNVÖLGYI GYÖRGY okl. vegyészmérnök, Bán-Völgy Bt. (Budapest)  
DR. PINTÉRNÉ CSORDÁS ANNA okl. fizikus, MTA KFKI AEKI (Budapest)

*A cikk érinti a bauxit csőfeltárásának és a folyamatos autoklávus feltárásának főbb eltéréseit, továbbá az előkovasavtalanítást, mint a feltáró berendezés hőátbocsátó felületein keletkező nátrium-alumínium-hidroszilikátos lerakódások megelőzésének módját. A nátrium-alumínium-hidroszilikát kovasavtalanítási terméknek a bauxitszemcsék belsejében, „in situ” keletkezését egy iharkúti bauxit SEM és EDX vizsgálata révén igazolja retürlúgban végzett kezelést követően.*

## A kutatás előzményei – csőfeltárás, lerakódások

A hetvenes évek hazai timföldgyári apparatív fejlesztésének talán legfontosabb területe az ún. csőfeltárás volt. A csőfeltárás azt jelenti, hogy a bauxit nagyhőmérsékletű feltárását nem folyamatosan működtetett sorbakötött autoklávokból álló reaktorban, hanem megfelelően méretezett csőreaktorban végzik. (Az 1972-ben üzembe helyezett Ajkai 2. sz. Timföldgyár 240 °C feltárási hőmérsékleten üzemelő feltárósoraiban a mintegy 60 perces feltárási időt 3 db sorbakötött, egyenként 50 m<sup>3</sup> térfogatú feltáró autoklávban valósították meg. Ekkora méretű keverős autoklávok tervezése és gyártása komoly műszaki teljesítmény volt akkoriban.) Minél nagyobb a feltárási hőmérséklet (és ebből fakadóan az üzemi nyomás is), a feltárási reakcióidő rohamosan csökken; egyre inkább a csőreaktor bizonyul a gazdaságos, esetleg a reális költségekkel egyedül megvalósítható megoldásnak.

A csőfeltárás lényege tehát a bauxit hidratált alumíniumásványainak (gibbsit, böhmít ill. diaszpor) oldására szolgáló reaktor megoldása. Gyakran – helytelenül – a hőhasznosító-előmelegítő rendszerre is a csőfeltárás kifejezést használják, amennyiben „cső a csőben” típusú hőcserélőket alkalmaznak.

Lányi Béla végzett csőreaktorral bauxitfeldolgozást célzó úttörő kísérleteket. 1953-ban a Fémipari Kutató Intézetben 340-365 °C (!) feltárási hőmérsékletet ért el [1].

Az első üzemi méretű csőfeltáró berendezéseket az 1960-as évek második felében Nyugat-Németországban, Lünenben és Schwandorfban valósították meg [2].

Magyarországon a csőfeltárás megvalósítását a legkövetkezetesebben Steiner János szorgalmazta. A Magyaróvári Timföldgyárban az 1973 és 1980 között elvégzett félüzemi kísérleteket követően az üzemi méretű csőfeltáró berendezés 1982-ben került üzembe helyezésre. A tervezett feltárási hőmérséklet 260 °C, a feltárási reakcióidő 10 perc, a zagyfeldolgozási átbocsátóképesség 120 m<sup>3</sup>/h volt. A csőfeltárás több cég (főleg az Aluterv-FKI és a MOTIM) és természetesen sok kolléga együttműködése eredményeképpen valósult meg.

A Nyugat-Németországban kifejlesztett megoldásnál egy – zagyból kigőzöltetett párával, majd a hűlő zaggal közvetlenül, végül sóoldattal – fűtött köpeny

vette körül a zagycsövet. A magyar megoldásnál a párával, illetve erőművi gőzzel fűtött köpenyen belül 3 db fűtött cső helyezkedett el. Az Aluterv-FKI-ban kialakított konstrukció egységnyi hőcserélő-hosszban lényegesen több fűtőfelület elhelyezését, így végső soron gazdaságosabb megoldás kialakítását tette lehetővé, annak ellenére, hogy gyártása valamelyest összetettebb feladat volt. Másfelől lehetővé tette, hogy speciális magyar megoldásként 1, esetleg 2 csőben bauxitot nem tartalmazó feltárológ haladjon a melegedő zaggal párhuzamosan. Ily módon a bauxit reaktív kovasavtartalmából keletkező, hőátbocsátást gátló lerakódások csupán a zagyos csőben/csővekben keletkeztek. A zagyos és lúgos csövek pozíciójának ciklikus váltásával azokban a csővekben, amelyekben éppen „tisztá” feltárológot melegítettek, a frissen képződött kovasavas lerakódásokat többé-kevésbé el lehetett távolítani.

A fűtőfelületek kovasavas, pontosabb kifejezéssel nátrium-alumínium-hidroszilikátos lerakódásai megelőzésének leginkább elterjedt módja a bauxitok ún. előkovasavtalanítása. A művelet célja, hogy a bauxitokban lévő agyagásványokat (főleg kaolinitet) a feltáró berendezésbe jutás előtt jellemzően 90-100 °C körüli hőmérsékleten és 6-12 óra reakcióidő mellett a feltárológ szabad NaOH-tartalmának segítségével minél tökéletesebben átalakítsák nátrium-alumínium-hidroszilikáttá. Az előkovasavtalanítás terméke végső soron a feltárást elhagyó vörösiszap egyik alkotója. (Az előkovasavtalanítás tehát nem jelenti a kovasav-vegyületek eltávolítását.)

Az előkovasavtalanítást először a szovjet üzemekben vezették be [3]. A magyar timföldgyárak közül az 1950-es évek végén, Almásfüzitőn valósították meg a folyamatos üzemű autoklávsorok kialakításával egyidőben az előkovasavtalanítást.

A nagyhőmérsékletű feltárás, különösen a csőfeltáró rendszer egyik alapvető fontosságú üzemeltetési kérdése, hogy a lerakódásokat milyen sikerrel tudjuk megelőzni, illetve eltávolítani. Az előmelegítő-hőhasznosító alrendszerekben csöves előmelegítők esetében a tapasztalatok szerint 20 és 100 nap közötti üzemelési ciklusidő érhető el.

A nemzetközi szakirodalomban a XX. század hatvanas éveire konszenzus alakult ki, hogy a Bayer timföldgyári oldatokban a kaolinit feloldódik, majd valamelyes

indukciós periódus után az oldatból kiválik a kristályos nátrium-alumínium-hidroszilikát [4]. A kis kovásvartartalmú gibbsites bauxitok 140 °C körüli hőmérsékleten történő feltárási viszonyaira kétségkívül igaz ez a megállapítás.

### Iharkúti bauxitminta vizsgálata

Az Aluterv-FKI-ban a nyolcvanas évek közepére rendelkezésre álló nagyműszerek, mérési és értékelési tapasztalatok lehetővé tették újszerű kísérletek, vizsgálatok elvégzését is.

Iharkútról származó nagy reaktív kovásvartartalmú bauxitot (7,1%  $\text{SiO}_2$  kaolinitben) és timföldgyári oldatokban kezelt mintákat főként pásztázó elektronmikroszkóppal (SEM) és energiadiszipatív mikroanalízissal (EDX) vizsgáltunk. A berendezéseket és a vizsgálati módszereket *Pintérmé Csordás Anna* és *Csanády Andrásné* részletesen ismerteti [5]. A bauxit kémiai összetételét meghatároztuk, ásványtani összetételét röntgendiffraktometriás (XRD), differenciál-termogravimetriás (DTG) és infravörös spektrometriás (IR) módszerekkel is vizsgáltuk. Az XRD méréseket *Sajó István*, a DTG méréseket *Kenyeres Istvánné*, az IR méréseket *Tassyné Varjú Ildikó* végezte, illetve értékelte. A témánk szempontjából kulcsfontosságú SEM és EDX méréseket *Pintérmé Csordás Anna* készítette és értékelte. Az EDX képek különböző eleműsüléseinek (Al, Si, Fe) tanulmányozása és a SEM képpel, valamint az átlagmintára vonatkozó ásványos összetétellel történő összevetése révén meglehetősen jól behatárolható a különböző fő ásványos összetevőknek (kaolinit, hematit, gibbsit/böhmite) a bauxitzemcsékben való elhelyezkedése. A nyers bauxitokban Na csupán nyomokban található, EDX módszerrel nem mutatható ki.

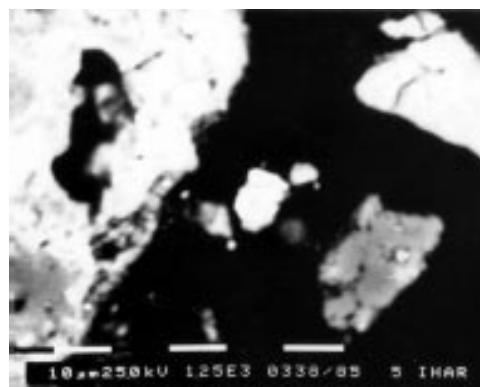
Néhány bauxitzemcsé SEM képét az 1. ábra tartalmazza. A 2. a képen az 1. ábra középső része kinagyításának SEM képe, a 2. b-2. d ábrákon az Al, Si és Fe elemek eloszlása látható. Az elemeloszlások és az XRD és DTG módszerekkel meghatározott ásványtani összetételek összevetése alapján megrajzoltuk a bauxitminta szöveti szerkezete domináns ásványtani összetevőinek elhelyezkedését az adott területen (ld. 2. e ábrát). A kaolinitet *kao*, a böhmite *boe*, a gibbsitet *gi*, a hematitot *he*, az üreget *hole* jelöli a 2. e ábrán. Hangsúlyozni kell, hogy az EDX mérések mintaelőkészítési módszeréből következően a szemcséknek mintegy a keresztmetszete kerül vizsgálatra.

### „In situ” reakcióút

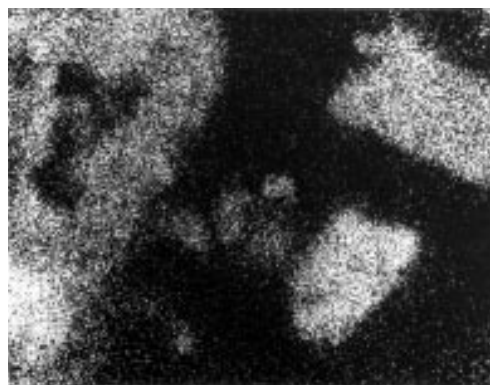
A bauxitot 135 g/l  $\text{Na}_2\text{O}_c$  koncentrációjú, 3,6 mól-víznyomú retúrlúgban 105 °C és 125 °C hőmérsékleteken 30, 60, 120 ill. 300 percig kezeltük. Keverős laboratóriumi autoklávban végeztük a reakciót, 350 g bauxitot adtunk 1 liternyi retúrlúghoz. A kezelést követően a minták szilárd- és folyadékfázisait centrifugálással szétválasztottuk, a szilárdfázist lúgmentesre mostuk, majd megszáritottuk. Az elválasztott folyadék- és szilárdfázis-



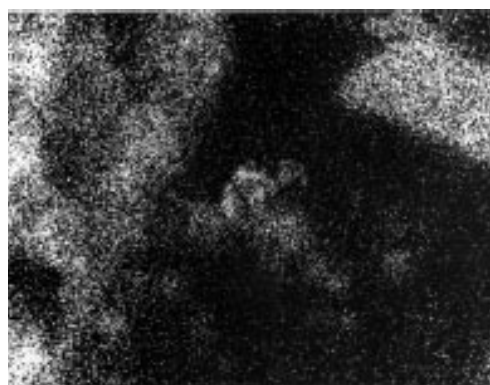
1. ábra: Kezeletlen bauxit pásztázó elektronmikroszkópos képe



2. a ábra: Az 1. ábra közepén lévő terület kinagyítva

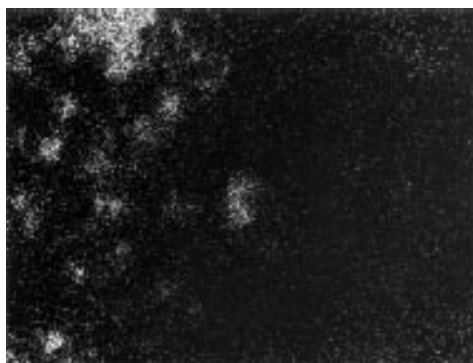


2. b ábra: A 2. a ábra Al elem eloszlása

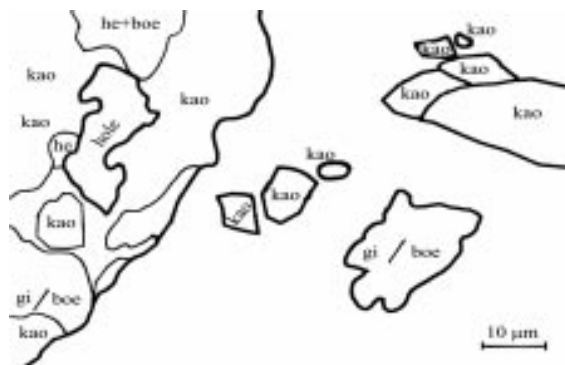


2. c ábra: A 2. a ábra Si elem eloszlása





2. d ábra: A 2. a ábra Fe elem eloszlása



2. e ábra: A 2. a ábra mikromineralógiai összetétele

sokat kémiai elemeltük. A szárított mintákat a kiinduló bauxit-hoz hasonló módon SEM és EDX módszerrel vizsgáltuk.

A 3. a és 4. a ábrákon bemutatott SEM képekből látszik, hogy a kezelt szemcsék alakja, morfológiája teljesen megegyezik a kezeletlen bauxitszemcséknél tapasztalttal. A 3. c és 3. e, és különösen a 4. c és 4. e képek összevetéséből egyértelmű továbbá, hogy a Na elem sűrűsödése megegyezik a Si elem sűrűsödésével, elhelyezkedésével. Ebből nyilvánvalóan adódik a következtetés, hogy a detektált nátrium-alumínium-hidroszilikát (SAHS) a kaolinitnak a folyadékfázis fő tömegébe való feloldódása nélkül, a szemcsék belsejében, mintegy „in situ” keletkezett. Említést érdemel, hogy a kaolinitban a képződő nátrium-alumínium-hidroszilikát fő komponensei közül mind a Si, mind az Al „kéznél” van, mégpedig a képződő nátrium-alumínium-hidroszilikát mólárányainak megfelelő arányban. Úgy tűnik, hogy a kaolinit a  $\text{Na}^+$  ionok számára mintegy átjárható.

Az „in-situ” reakcióút igazolása nem vonja kétségbe, hogy a közismert, oldódás révén történő reakcióút is létezik, hiszen az elő-kovasavtalanítási kísérletek során a folyadékfázis kovásvíz-szintjének átmeneti növekedése

ezt kétséget kizáróan igazolja. Az oldott kovásvíz-szint maximumának elérésekor a bauxittal bevitt reaktív  $\text{SiO}_2$  mindössze 1,3%-a jelent meg a folyadékfázisban. Az adott körülmények között tehát az „in situ” reakcióút bizonyult meghatározó jelentőségűnek.

Az „in situ” módon létrejövő nátrium-alumínium-hidroszilikát vélhetően nagyobb reakciósebességgel keletkezik, mint amikor a folyadékfázisban kell – legalábbis a gócképződéshez – háromféle komponensnek ( $\text{Na}^+$ ,  $[\text{SiO}_2(\text{OH})_2]^-$ ,  $[\text{Al}(\text{OH})_2]^-$ ) találkoznia.

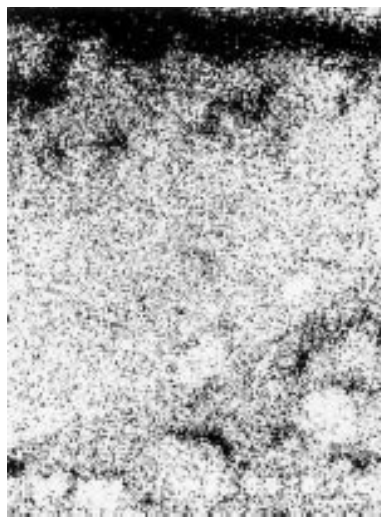
Az „in situ” reakcióút igazolása magyarázatot adott arra, hogy az elő-kovasavtalanítási folyamatnak a nátrium-alumínium-hidroszilikát végtermékkel, célszerűen kovásvtalanított zaggal történő gyorsítására (oltásra) irányuló korábbi kísérletek miért bizonyultak sikertelenek.

A kutatási eredményeket a timföld-alumíniumos szakma talán legjelentősebb rendezvényén, a TMS Light Metals 1991-ben New Orleansban tartott konferenciáján ismertettük [6].

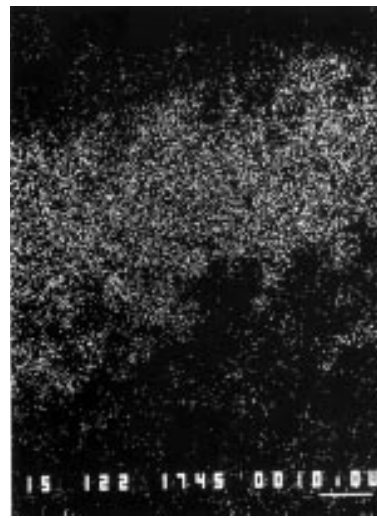
Köszönöm minden kolléga önzetlen segítségét, akik részt vettek az „Elő-kovasavtalanítás kinetikai modellezése” kutatási téma kidolgozásában az 1980-as években.



3. a ábra: 105 °C-on 30 percig kezelt bauxitminta pásztázó elektronmikroszkópos képe

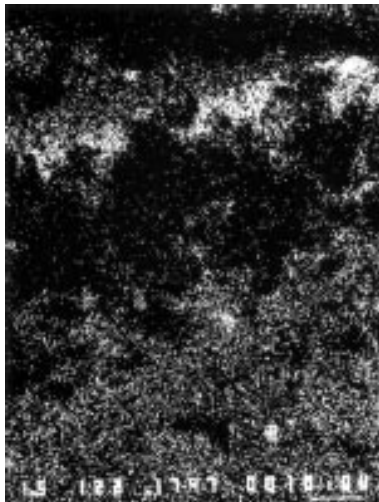


3. b ábra: A 3. a ábra Al elem eloszlása



3. c ábra: A 3. a ábra Si elem eloszlása

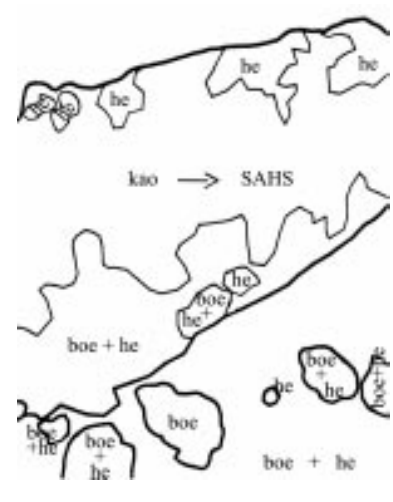




**3. d ábra:** A 3. a ábra Fe elem eloszlása



**3. e ábra:** A 3. a ábra Na elem eloszlása



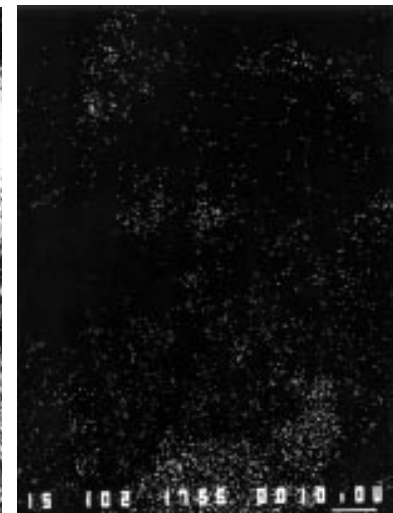
**3. f ábra:** A 3. a ábra ásványtani összetétele



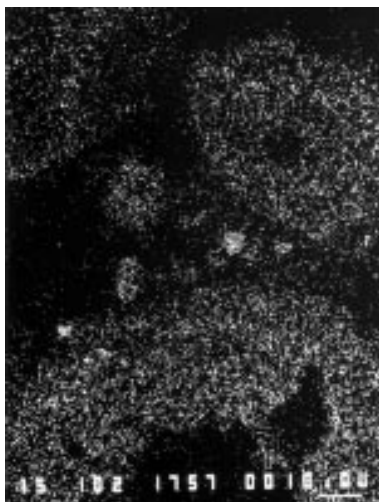
**4. a ábra:** 125 °C-on 5 órán át kezelt bauxitminta pásztázó elektronmikroszkópos képe



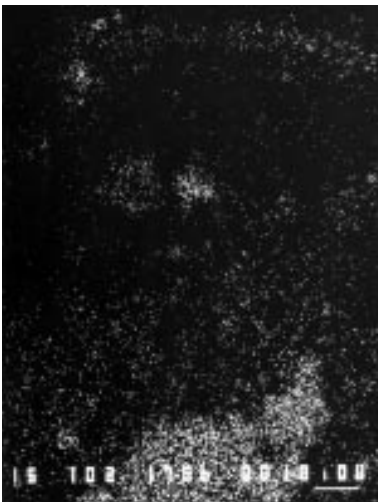
**4. b ábra:** A 4. a ábra Al elem eloszlása



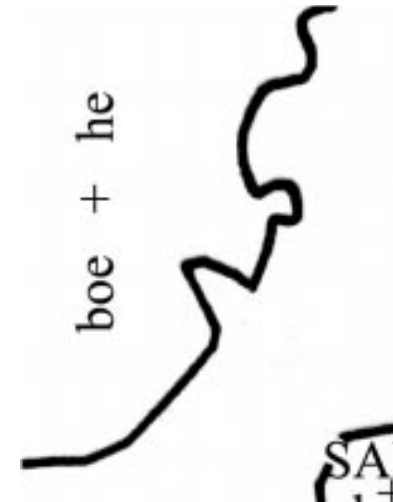
**4. c ábra:** A 4. a ábra Si elem eloszlása



**4. d ábra:** A 4.a Fe elem eloszlása



**4. e ábra:** A 4.a Na elem eloszlása



**4. f ábra:** A 4.a ásványtani összetétele

Külön hálás köszönettel tartozom *Pintérné dr. Csordás Tóth Annának*, aki készítette és magas szakmai színvonalon értékelte a bemutatott SEM és EDX méréseket.

## IDÉZETT IRODALOM

- [1] *Lányi B.*: A Bauxitok Folyamatos Feltárása. A Fémipari Intézet Közleményei, I. Budapest, 1956, pp. 5-28.
- [2] *G. Winkhaus*: Measurements by Means of Radioisotopes in Industrial Tube Digester and Autoclave Lines of Bauxite Plants. A Budapesten 1969. okt. 6-10. között tartott Második Nemzetközi ICSOBA Symposium, Vol. III. pp. 147-157 (1971)

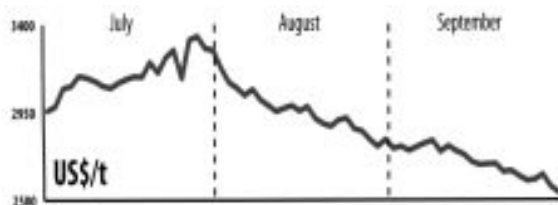
- [3] Zámbo János személyes közlése, 2008. augusztus
- [4] *R.G. Breuer et al.*: Extractive Metallurgy of Aluminium, Vol. 1, Alumina pp. 133-157, Interscience Publishers (1963)
- [5] *Pintérné Csordás Anna, Csanádi Andrásné*: Visszatekintés a Fémipari Kutató Intézetben és az Aluterv-FKI-ban elektronsugaras módszerekkel végzett bauxitkutatósokra. /Jelen kiadványban/
- [6] *G. Bánvölgyi, A. Csordás-Tóth és I. Tassy*: In Situ Formation of Sodium Aluminium Hydrosilicate from Kaolinite, TMS Light Metals, 1991, pp. 5-15.

**BÁNVÖLGYI GYÖRGY** 1972-ben diplomázott a Veszprémi Vegyipari Egyetemen vegyészmérnökként. A Budapesti Közgazdasági Egyetemen 1992-ben szabadalmi ügyvivői képesítést is szerzett. 1972-től 1995-ig az Aluterv-ben, ill. az Aluterv-FKI-ban dolgozott timföldtechnológus tervezőként. Az 1980-as években az „Előkovasavtalanítás kinetikai modellezése” c. kutatási témát vezette, mely elvezetett a szabadalmaztatott „Jávitott kishőmérsékletű feltárási eljárás” megalkotásához. 1996 óta jobbra külföldi cégeknek dolgozik timföldtechnológus konzultánsként.

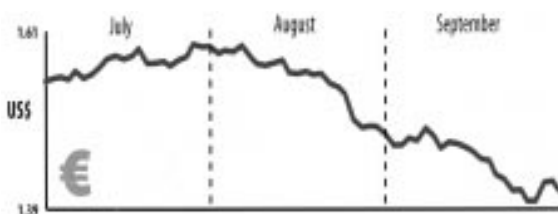
**PINTÉRNÉ CSORDÁS ANNA** fizikus, diplomáját Szegeden a JATE-n szerezte, és itt védte meg PhD dolgozatát is. Rövid egyetemi gyakornokoskodás után 4 évig a MOM Optikai Főosztályán, majd 21 éven át a Fémipari Kutató Intézetben (és jogutódjában, az ALUTERV-FKI-ban) dolgozott. Fő területe a nem fémes anyagok (bauxitok, kerámiák, timföldek és egyéb oxidok) anyagszerkezet kutatása, vizsgálata volt. 1996-tól az MTA KFKI AEKI fűtőelem és reaktoranyagok laboratóriumában a fűtőelem burkolatok, a különböző eredetű korróziós részecskék anyagszerkezet vizsgálatával foglalkozik.

### Az alumíniumár változása

A Mining Magazine piaci tudósításában közli a fémek világpiaci árának (USD/egység) változását 2008. július-szeptember hónapokban. A többségükben hasonló lefutású görbék közül az alumíniumot mutatjuk be alább.



A fenti diagramot talán érdemes összevetni az USD/EUR árfolyam ugyanott közölt változásával.



Ugyanitt azt olvashatjuk, hogy az alumíniumiparban három cég jelentett be növekedési terveket. A *Vedanta Resources* 9,8 Mrd USD, Indiában megvalósítandó beruházással a világ legnagyobb alumíniumtermelője kíván lenni. A brazil *Cia ale do Rio Doce* megerősítette egy 1,9 Mt/év kapacitású timföldgyár építési terveit, amihez a bányüzem 7,4 Mt/év bauxittermelési kapacitásra bővítése tartozik. Az orosz *UC RUSAL* egy 2010-ben üzembe lépő, 600 kt/év kapacitású kohót tervez.

*Mining Magazine 2008. október*

PT

### Lapszemle

„A mi múzeumunk” – a Magyar Alumíniumipari Múzeum Baráti Körének lapja két legutóbbi száma gyakorlatilag egyszerre jelent meg. A 2008. júniusi számból az alábbiakra hívjuk fel olvasóink figyelmét:

- Beszámoló a IV. Szt. György-napi Bauxit Találkozóról (Harrach Walter)
- Visszatekintés a bauxitminőség és az önköltség összefüggésére a színeskorund gyártásban (Harrach Walter)
- A Magyar-Szovjet Timföld-alumínium Egyezmény története és adatai (Tímár Vilmos)
- Bauxit egypercesek 27. – bauxittörténelmi lexikon (Tóth Álmos)

A szintén gazdag tartalmú augusztusi számból pedig a következőket ajánljuk figyelmükbe:

- 90 éves az úrkúti mangánércbányászat – történet és fémkinyerési kutatások (dr. Bódi Dezső)
- Emlékezés Rittinger Péter (1811-1872) bányamérnökre (Tóth István)
- Emlékezés Velti Istvánra és az eplényi bauxitbányászatra (Tóth Álmos)

PT



# Az ELTE Ásványtani Tanszéke bauxitvizsgálatokkal kapcsolatos tevékenységének vázlatos áttekintése

DR. BOGNÁR LÁSZLÓ okl. geológus (Budapest)

*Az ELTE Ásványtani Tanszéke a 20. század második felében – a magyarországi intenzív bauxitkutatással párhuzamosan – jelentős mértékben bekapcsolódott a bauxitkutatásokba és a bauxittal kapcsolatos anyagvizsgálatokba, amit a tanszék akkori műszerparkja és kutatógárdájának felkészültsége lehetővé tett. Ezt szemléltetik az azokban az években a tanszéken kidolgozott kutatási jelentések.*

Az Ásványtani Tanszéknek – még az Ásvány-kőzet-tani Intézetben belül is – elsőrendű profilja volt a második világháborút követően a módszertani ásványtani kutatások mellett az ásványi nyersanyagkutatás segítése. Ezt az időszakot hozzávetőlegesen 1960-tól az 1990-es évekig tehetjük.

Tekintettel arra, hogy a hazai bauxittermelés a nyolcvanas évek elejére elérte a 3 millió tonnát – amellyel a világ 10 legnagyobb bauxittermelője közé kerültünk –, a bauxitkutatás már a hatvanas évektől kezdődően rohamosan fejlődött, jól képzett szakembereket igényelt mind a kutatás, mind a bányászat. A bauxitvagyon csökkenésével és a KGST megszűnésével egyidejűleg a kilencvenes évek közepére bauxittermelésünk lecsökkent 1 millió tonna alá, és ezek az objektív tényezők csökkentették az igényeket az anyagvizsgálatokra és a szakemberek iránt is.

Az Ásványtani Tanszék műszerezettsége is a hatvanas évek elején kezdett el intenzíven fejlődni.

Előbb egy Debye-Scherrer röntgenberendezés, majd később egy SIEMENS Kristalloflex-4 típusú röntgen-diffraktométer és -fluoreszcens spektrográf állt csatasorba, majd a nyolcvanas években ezt egy K805/D500-as típusú sokkal korszerűbb diffraktométer egészítette ki. A tanszék rendelkezett egy MOM gyártmányú derivatográfval, amely egyidejűleg mérte a DTA, DTG és TG görbéket előbb csak 1000 °C-ig, majd a későbbiekben 1500 °C-ig. Ezekkel lehetővé vált az akkori igényeknek megfelelő pontosságú mennyiségi ásvány-meghatározás is. JXA 50A típusú mikroszkonda alkalmazásával a Kőzetan-Geokémiai Tanszéken Gálné Sólymos Kamilla nagymértékben hozzájárult a hazai bauxitok tudományos megismeréséhez. A megfelelő szintű dokumentációt elősegítendő OPTON fotomikroszkóp és DURST nagyító- és reprodukciós berendezés is volt a korszerűen felszerelt fotólaborunkban, ahol színes technikával is kísérletezhettünk. Akkoriban szereztünk be német csiszoló- és polírozó gépeket és gyémánt vágókorongokat, amelyekkel lényegesen könnyebb és gyorsabbá válhatott a vékony- és felületi csiszolatok készítése, sőt ez utóbbiakhoz beszerzett műgyanta hozzájárult a lazább kőzetek összecementálásához, ami a csiszolás és polírozás megkönnyítéséhez vezetett. A monomineralikus frakciók előállításához mágneses szeparátort

(CHAS. W. COOK and sons Ltd. rendszerű, tolóellenállással változtatható áramerősségű, függőleges és vízszintes tengely körül dönthető, vibrátoros) alkalmaztunk, és bromoformos elválasztással dúsítottuk az előzőleg savazott vagy mikroszkóp alatt szétválogatott szitált frakciók ásványszemcséit.

A hatvanas években a tanszéken kémiai laboratórium is működött, ahol célzott vizsgálatokat, meghatározásokat végezhattunk. A Természettudományi Karon akkoriban létesült Izotóp Laboratóriumban a tanszéknek is volt munkahelye, valamint a Budapesti Műszaki Egyetem Oktató Atomreaktorában is kaptunk vizsgálati lehetőséget elsősorban neutronaktivációs elemzésekre.

A technikai feltételek mellett ki kell emelni néhány személyt is, akik jelentős mértékben hozzájárultak a hazai és külföldi bauxitok vizsgálatának eredményességéhez:

Kiss János, akinek 6 dolgozata is foglalkozott már az ötvenes évektől a magyarországi bauxitokkal. Haláláig a tanszéken dolgozott.

Vörös István, aki a tanszékről indulva ment át gyakorlati bauxitkutatónak, és mindvégig szoros kapcsolatot tartva a tanszékkal, öregbítette a magyar bauxitkutatók hírnevét szerte a világban.

Bérczi János, aki vegyészként a tanszéken kezdett, majd az Atomreaktor kutatójaként a neutronaktivációs vizsgálatok szakértőjeként segítette – korai haláláig – a tanszéki kutatásokat.

Bognár László a röntgen és derivatográf laboratórium vezetőjeként az elemzések értékelésében és a kutatási módszerek kidolgozásában, valamint a mikromineralógiai vizsgálatokban tevékenykedett évtizedeken keresztül.

Lovas György, a röntgenlaboratórium jelenlegi vezetője vegyészként és kristallográfusként segítette mindvégig a kutatásokat.

Mindszenty Andrea, aki egyetemi oktatói munkáját cserélte fel majd egy évtizednyi gyakorlati bauxitkutatással, majd 10 évig ismét a tanszéken folytatta immár magasabb szinten a megkezdett témában a kutatásait. Jelenleg az Alkalmazott és Műszaki Földtani Tanszék vezetője – ahol jelenleg is foglalkozik bauxitok vizsgálatával.



A tanszék akkori segéderői: Györe Gézané, Tomcsányi Eszter, Törzsökné Tóth Mária, Muntyán Tamara, Tóthné Király Judit, Rábl Erzsébet, Rudnyánszky Livia és Schád Erzsébet segítették a kutatásokat mintaelőkészítésben, laboratóriumi és technikai feladataik magas szintű ellátásával.

A Kőzetan- Geokémiai Tanszékről Gálné Sólymos Kamilla, Nagy Béláné és Hoffmann László vettek még részt bauxitkutatásainkban.

A tanszéki kutatások áttekintése kapcsán elkerülhetetlennek látszott néhány vizsgálat számszerűsítése is. Ez azonban váratlan nehézségekbe ütközött. Kezdetnek először is: magam már csaknem 20 éve nem dolgozom az Ásványtani Tanszéken. Az említett kollégák ugyancsak nem tanszéki dolgozók ma már. A tanszék pedig majd egy évtizede átköltözött a lágymányosi telephelyére, és ez bizonyos dokumentumok (kutatási jelentések) elvesztéséhez is vezetett.

A műszerek munkanaplói alapján nem lehet 30-40 év távlatából következtetni a vizsgált anyagokra – hiszen a naplóba történő bevezetésekor még sokról azt sem lehetett tudni, hogy micsoda (ezért készült az elemzés, a vizsgálat). A munkanaplóban található bejegyzésről, hogy „kinek a részére készült” még nem lehet következtetni, hogy az adott minta milyen témában került vizsgálatra. Az esetek nagy részében a műszeres vizsgálatot kérő kolléga végezte az értékelést is, ez pedig utólag nem került be a műszernaplóba.

A felsorolt nehézségek ellenére az megállapítható volt, hogy 4-5000 röntgendiffrakciós vizsgálat készült bauxitos témakörben és mintegy 1-2000 derivatográf elemzés, amelyek együttes kiértékelése megkönnyítette az ásványos összetétel mennyiségi meghatározását.

Ezernél több vékony- ill. felületi csiszolat is készült a bauxitföldtani kutatások értékeléséhez.

A hatvanas években még nem állt rendelkezésre számítógépes szoftver, sőt számítógép sem, ami jelenleg nagyon megkönnyíti a mennyiségi meghatározásokat, és könnyebbé teszi a különböző területek összehasonlítását. Akkoriban – különösen ha kevés anyag állt rendelkezésre – Debye-Scherrer módszerrel röntgeneztük a mintákat, majd később vezettük be a csiszolt üveglapra preparálást, amelyhez elegendő volt néhány milligramm anyag vagy preparált ásványszemcse. Az akkori mennyiségi elemzésekhez belső standardokat használtunk, melyekkel előzetesen az adott terület adott ásványos összetételével összevethető keverékeket állítottunk elő. Ezek a mennyiségi elemzéseket célzó kutatások a tényleges területi kutatást megelőzték (kiemelkedő szerepet játszottak ebben Lovas György, Frecska József és Bérczi János vegyészek, a tanszék akkori munkatársai).

A vizsgált időszakban 10-15 hallgató készített bauxitos témakörben szakdolgozatot a tanszéken, de a pontos témák ma már nem adhatók meg.

#### Az Ásványtani Tanszéken végzett megbízások bauxitvizsgálatok<sup>1</sup>

év	Cím, téma
1973	Vietnami kőzetminták elemzése
1974	Vietnami kőzetminták röntgendiffrakciós vizsgálata
1974	Nagygyéházi kőzetminták röntgenelemzése és értékelése
1975	Bauxitminták fázisanalitikai vizsgálata
1975	Vietnami kőzetminták röntgendiffrakciós vizsgálata
1976	Ghánában gyűjtött bauxitminták fázisanalízis vizsgálata és erre módszer kidolgozása
1976	Iharkút-Németbánya és Nagygyéháza-Csordakút bauxitlelőhelyeinek bauxitföldtani komplex vizsgálata
1979	Jugoszláviai bauxitminták ásványtani értékelése
1981	Iharkút-németbányai terület bauxitkutató fúrásainak üledékföldtani vizsgálata
1981	Hazai bauxitok (Gánt, Iszkaszentgyörgy, Mesterberek, Bakonyoszlop) nehéz-ásványainak ásványtani vizsgálata
1982	Bauxitföldtani viszonyok ásványtani vizsgálata (Iharkút-Németbánya és Sümeg-Csabpuszta területen)
1982	Hazai bauxitok ásványtani és szövettani vizsgálata
1983	Üledékföldtani-ásványtani vizsgálatok a bauxitföldtani viszonyok pontosabb megismerésére Nagytárkány-Halimba, Padragkút, Ajka-Kolontár területeken
1983	Hazai bauxitok ásványtani és szövettani vizsgálata a Nagytárkány-Halimba, Padragkút, Ajka-Kolontár területeken
1984	Üledékföldtani-ásványtani vizsgálatok a Csabpuszta-Nagytárkány, Padragkút, Kolontár, Úrkút területeken
1985	Üledékföldtani-ásványtani vizsgálatok a bauxitföldtani viszonyok pontosabb megismerésére a Csabpuszta-Nagytárkány, Fenyőfő-Németbánya területeken
1986	Hazai bauxitok (halimbai területen) ásványtani-litológiai vizsgálata
1986	Üledékföldtani-ásványtani vizsgálatok a bauxitföldtani viszonyok pontosabb megismerésére (Iszkaszentgyörgy Bitó-2 területen)
1987	Üledékföldtani-ásványtani vizsgálatok (Nyirád Csabpuszta-Csetény, Bakonyoszlop, Csehbánya területen) a bauxitföldtani viszonyok pontosabb megismerésére
1987	A bauxitprognózis tudományos alapjainak kutatásához kapcsolódó ásványtani, bauxitszedimentológiai vizsgálatok Csabpuszta – Csetény területen

<sup>1</sup> Az írás elkészültéért külön köszönettel tartozom a szerzőnek, aki közel 20 esztendeje már nem tanszéki dolgozó, mégis vállalta a cikk megírását. Egyes dokumentumokat – minden valószínűség szerint az egyetem költözése miatt – föllelnie nem sikerült. A jelentések címe a megrendelő (főleg a Bauxitkutató Vállalat) éves-, s egyéb (területi kutatási) jelentéseiben rögzítve s részben mellékelve lettek. T.Á.



- 1987 Üledékföldtani-ásványtani vizsgálatok a bauxitföldtani viszonyok pontosabb megismerésére a Csabpuszta-Nagytárkánypuszta, Kozmatag területeken
- 1988 Üledékföldtani-ásványtani vizsgálatok a bauxitföldtani viszonyok pontosabb megismerésére Iharkút-Németbánya területen
- 1988 Üledékföldtani-ásványtani vizsgálatok a bauxitföldtani viszonyok pontosabb megismerésére Bakonyoszlop-Csetény-Dudar területeken
- 1989 Üledékföldtani-ásványtani vizsgálatok a bauxitföldtani viszonyok pontosabb megismerésére a Bakonyoszlop-Dudar területen
- 1990 Üledékföldtani-ásványtani vizsgálatok a bauxitföldtani viszonyok pontosabb megismerésére a Diszel-Hegyesd, Fenyőfő, Nézsa, Halimba területeken
- 1990 A bauxitok, bauxitindikációk, valamint a kapcsolódó fekévkarszt ásványtani és litológiai vizsgálata a Diszel-Hegyesd, Fenyőfő, Nézsa, Halimba területeken
- A felsorolt címekben található településekből következtethető – a vizsgálatok évszámának figyelembevételével – a magyarországi bauxitkutatások múltbéli területei elterjedése. Sajnos azóta az akkori megbízók is privatizálódtak, megszűntek vagy átalakultak.
- Összefoglalásként elmondható, hogy az elmúlt ötven év tapasztalatai alapján az ELTE Ásványtani Tanszéke eredményesen vett részt a hazai és külföldi bauxitkutatásokban és alkalmas arra, hogy a jövőben is részt vegyen – a mindenkor követelményeknek megfelelő – bauxitföldtani kutatásokban.

**BOGNÁR LÁSZLÓ** kutató az MTA Geokémiai Kutató Laborban (1960-64), 1968-ban doktorált az ELTE-n ásványtanból és geokémiából, oktató az ELTE Ásványtan Tanszéken (1964-1989) és röntgenlabor-vezető a MÁFI-ban (1989-1994), azóta nyugdíjas. Megjelent 3 jegyzete ill. tankönyve, az Ásványnevtár (1994) című művének korszerűsített formája jelenleg az interneten olvasható. Az Ásványhatározó c. munkája 1987-ben, átdolgozott és bővített kiadása 1999-ben jelent meg, amelyben a drágakövek optikai adatai is megtalálhatók. 28 szakkikk és 55 kutatási jelentés fűződik a nevéhez.

## Néhány módszer a mikromineralógiai mintaelőkészítési és értékelési technikában

DR. VÖRÖS ISTVÁN okl. geológus (Budapest)

*Szerző régebbi bauxit-mikromineralógiai vizsgálatainak mintaelőkészítésében használt módszereit és azok előnyeit ismerteti. A munkák végzésében szerzett és kifejezetten az akkoriban használt „klasszikus” módszerekhez viszonyítható tapasztalatait ismerteti*

A hatvanas évek első felében az ELTE Ásványtani Tanszékén – a Bauxitkutató Vállalat (BKV) hatékony segítségével – belekezdtem a magyar bauxitok átfogó jellegű mikromineralógiai vizsgálatába. Jelen rövid közlésben most ennek a tevékenységnek a mintaelőkészítési és a mikroszkópi értékelési technikájával kapcsolatos néhány akkor alkalmazott módszert ismertetem röviden. Meg kell jegyeznem, hogy ezeket a vizsgálatokat a későbbiekben pályám elég jelentős módosítása miatt nem folytattam, és azóta lényegében nem követtem részletesen a Magyarországon folyó hasonló vizsgálatokat sem. Így nem is kívánom ezeket a módszereket semmiféle hasonlításba bevonni.

Mintaelőkészítés: kb. fél kg bauxit tömény sósavas főzését követően a minta vizes kiiszapolásra került. Ter-

mészetesen a sósavas oldás miatt az eredeti mintában esetleg meglévő karbonátos elegyrészekről (pl. karbonátos közettörmelék!) eleve le kellett mondjak. Az iszapolási maradék került először g-pontosságú súlymérésre. Ebben a maradékban még több-kevesebb kiiszapolatlan bauxitmaradék is volt, de ennek a maradéknak a vizsgálatára később nem került sor, pedig itt bizonyára lehettek közetszemcsék is. A kiszáritott iszapolási maradékot szétszítáltam 5 méretfrakcióra (3 mm felett, 2-3 mm, 1-2 mm, 0,6-1 mm között és 0,6 mm-nél kisebb), és ezeket 0,000x g pontossággal lemértem.

A további vizsgálati lépéseknél eleve abból indultam ki, hogy 100 darab, mikro-mineralógiailag értékelhető szemcse mennyisége megbízható százalékos értékelésre kevés. Ezt még nehezíti az is, ha – mint esetemben is –

a vizsgált anyagban van néhány olyan alkotó, aminek a mennyisége annyira túlsúlyban van a többihez képest, hogy azokból 100 szemcse közé csak véletlenszerűen kerülhetne be más törmelékeny ásványos elegyrész, pedig esetleg ezek jelenlétének és gyakoriságának megbízható rögzítése a bauxitgenetikai céllal végzett vizsgálatok szempontjából fontos lenne.

Ezek alapján részletesen az 1,0-2,0 mm közötti frakciót vizsgáltam. Először 1000 db szemcséből csak a nem ásványnak minősíthető iszapolási bauxitmaradék (közöttörmelék?) szemcsék megszámlálásával kaptam meg a tényleges törmelékeny ásványos elegyrészek darabszámmennyiségét, amit ugyan már súlyra nem tudtam lemérni, de a később meghatározott elegyrészek adatai alapján tudtam súlyszázalékot becsülni. Természetesen az egyes minták összehasonlítására megfelelőek voltak a darabszámok.

Az iszapolási maradék illetően történő elhagyása után az ásványszemcséket tovább számoltam 1000 darabig kiegészítve. Tekintettel azonban arra, hogy a legtöbb bauxitmintában túlsúlyban volt az ilmenit, itt az ilmenit megszámlálása után tovább számoltam a többi ásványt ismét 1000 darabig kiegészítve, majd százalékos arányukat az ilmenithez korrigálva kaptam meg a tényleges törmelékeny ásványos elegyrészek eloszlási arányát a mintában.

Az ásványos elegyrészek meghatározásánál az egyértelműen meghatározható ásványokat (pl. cirkon, ilmenit, rutil) csak mikroszkópos megfigyeléssel határoztam meg, viszont minden olyan elegyrész esetében, aminek a meghatározása vizuálisan nem volt megbízható, vagy egyáltalán lehetséges, a következőképpen jártam el. Mikroszkópban 10-10 szemcsét kiszedegettem és átraktam egy achát mozsárban lévő, elporított, aprócska „pro.anal. „NaCl-kráter”-be. Ezt Győre Gézáné, a Tanszék Debye-Scherrer szakértője óvatosan együtt elporította, majd az anyagot egy hajszálvékony műanyag csövecskébe tuszkolta(!), és ez a minta került röntgenvizsgálatra. Mint beigazolódt, ez a mennyiség teljesen elég volt az ásvány egyértelmű meghatározására. Mondanom se kell, hogy ért néhány meglepetés az eredmények után.

A vizsgálatok eredményei igazolták azt a feltevésemet, hogy az alkalmazott módszerek mellett nem szükséges – és nem vezet pontosabb eredményre – a hagyományos fajsúly szerinti (bromoformos) szeparálás utáni vizuális meghatározás.

Mindenesetre az így végzett vizsgálataim után le mertem vonni azt a következtetést, hogy legalább ennyire alaposan kell az ilyen vizsgálatot végezni mind az anyag előkészítését, mind az ásványos elegyrészek meghatározását és eloszlási arányuk meghatározását illetően.

Bár nem magyar és nem bauxit-téma, de ennek a röntgenvizsgálati eljárásnak később volt még egy meglepő(?) eredménye. A mongóliai ónérc 1971. évi kutatása során gyűjtöttünk mintákat a homokkőben lévő kassziterites kvarc-erecskék és azok néhány cm-es kontakt zónájának anyagából, valamint a közeli völgyek – állítólag kassziteritet tartalmazó – durvább-finomabb hordalékából. Az utóbbiak sztereomikroszkópos (tehát klasszikusan vizuális) vizsgálata során igazolódni látszott a korábbi évek expedícióinak megállapítása, hogy a kassziterit ebben az anyagban néhány tized százalékból van jelen. Meg is találtuk a kis apró fekete szemcséket. Nem tűnt gyanúsak, bár annak kellett volna tűnnie, hogy néhány száz méteres lehordási távolságon lehetséges-e a kassziterit legömbölyödése, de annyira állították a korábbi vizsgálatok (neves szovjet laborok!), hogy az és annyi, hogy elfogadtuk a hasonló saját első eredményeinket. A gond akkor jelentkezett, amikor megkértük a BKV-t, hogy pontosabb Sn-tartalom végett nézzék már meg nyomelemre is az anyagot, egyidejűleg ugyanabból a mintából a tanszéken készült röntgenfelvétel is. Az utóbbi azt mutatta, hogy igen, a kassziterit megvan, de még valami (szennyezés?!?) is van mellette. A BKV vizsgálata viszont semmi Sn-tartalmat nem tudott kimutatni. A megismételt vizsgálatsorozat ugyan ezt az eredményt hozta. Ekkorra készültek el *Mindszenty Andrea* köztetmikroszkópos vizsgálatai, kimutatva, hogy a kontakt zónában a biotit opacitosodik, vasban gömbszerűen dúsul, majd nyilván a kőzet mállása során kiperegve a hordalékba kerül. A röntgenfelvételt újraértékelve aztán kiderült, hogy a biotitnak elég sok vonala lévén azok némelyike elég jól megfelel kassziteritnek, valójában azonban tényleg nincs a mintában kassziterit, csak a vasdús biotit. Bebizonyosodott tehát, hogy még egy ilyen látszólag egyszerű esetben is milyen fontos, hogy akár többféle műszeres vizsgálat is készüljön egy-egy ásványos elegyrész megbízható meghatározásához.

#### Az Alcoa Vietnamban

A multinacionális kanadai vállalat, az Alcoa és a Vietnami Nemzeti Szén- és Ásványipari Csoport megállapodást írt alá a vietnami alumíniumipar fejlesztésére. Első lépésben az Alcoa 40%-os tulajdonjogot szerez a Dak Nong régióban lévő 600 000 t/év timföldet termelő Nhan Co timföldgyárban, valamint ezen a területen lévő jó minőségű bauxitvagyonban (51% Vietnam, 40% Alcoa, 9% egyéb beruházó).

Második lépésben pedig a szintén Dak Nong régióban lévő Gia Nghia vállalattal kötnek szerződést. A Gia Nghia vállalatnak bauxitbányái és egy 1,5 Mt/év kapacitású timföldgyára van.

Engineering and Mining Journal 2008. augusztus

Bogdán Kálmán

# A magyar bauxit anyagvizsgálat-történet korai időszaka (1863-1946)

TÓTH ÁLMOS okl. geológus, ny. főgeológus<sup>1</sup>

*Mottó: „Korunk sajátos tünete, hogy a múlt tudománya, egy-egy kiemelkedő tudós életműve háttérbe szorul, nemegyszer csendes lenézésben, közönyben részesül. Pedig a jelen tudománya a múlt életrevalónak bizonyult, továbbfejlesztett tényezőiből áll, és a mai elméletek, ismeretek sem véglegesek, ezek is csak a jövő igazságainak elsőbb fejlődési fokát jelenthetik. A múltat tehát nem végképp eltörölni, megtagadni kell, hanem feldolgozni és okulni belőle.” (Móra L.<sup>2</sup>)*

## Bevezetés

Az ipari kutatásra jellemző, hogy nagyon sok csak kéz/gépiratban föllelhető s földolgozatlan adat, információ marad utána. Ez a bauxitkutatásra, megismerésre is igaz. A magyar bauxittörténet mai határainkon kívül kezdődött, tehát onnan indítunk. Esetünkben a kezdetnek minősíthetők bauxitjaink vasgazdag részeinek kohósítási célú anyagvizsgálatai. A történet másik végként – gyakorlati, főleg területi okokból – 1946-47-et választottam, amikor is a Bauxit Trust akaratán kívül (szervezetileg is kibővülve) Magyar-Szovjet Bauxit-Alumínium Rt.-vé lett. Természetesen csak időszávról lehet szó, hisz' minden kétséget kizáróan ez időszakban végzett munkák, illetve ez időben született írások megjelenése akár évekkel későbbre is tolódhatott, tolódott is.

Jelen írás az első kísérlet a jelzett időszak szisztematikus áttekintésére. Ennek során megkísértem a lehető legmélyebbre ásni, és a kéziratos jelentésekben, vizsgálati adatlapokon foglalt adatokat is – legalább a létükre való utalás formájában – a felszínre hozni. Ennek eredményeként több esetben sikerült eddig csak látenissen létező információkat is lelnem. Ezek viszonylagos bősége ellenére hiszem, hogy a korszakról még számos fontos-jellemző információ megjelenése várható. A történet (a György-napi rendezvények céljának megfelelően elsősorban földtan-központú) bemutatásakor igyekeztem az időrendre is figyelni, de ezt következetesen végigvinni erős logikai törés nélkül nem lehet.

Tekintettel arra, hogy régmúlt időszakot taglal írássom, helyesnek véltem, ha a kiegészítő információkat (irodalmi hivatkozás, életrajzi adat stb.) főleg lábjegyzetbe rendezem. Hiszem, hogy némely, általam ismeretlennek vélt életrajzi adat közlése a magyar bauxittörténetben máig meglévő homályos pontokat segít világosabbá tenni. Mindazonáltal nem törekedtem minden, mégoly fontosnak tekinthető információ pontos forrását megadni. Különösen igaz ez a közismertnek vélt mű-

vekre, illetve saját korábbi írásaimra, melyek vonatkozásában is állok az érdeklődő szolgálatára.

Az anyagvizsgálatok általános célját egy 1942. febr. 24-i „Bauxit Trust” laborjelentés *Gedeon Tihamér*<sup>3</sup> szerzőségével így fogalmazza meg: „A különböző lelőhelyeken feltárt, illetőleg kitermelt bauxitokat vizsgálat alá kell venni, hogy azoknak esetlegesen eltérő tulajdonságait megismerjük, és amennyiben azok hasznosíthatók volnának, a feldolgozásnál figyelembe vegyük. Minden lelőhelyen lévő bauxitok más-más tulajdonságúak.” Az izszakaszentgyörgyi bauxit szulfáttartalmára vonatkozó, alább idézendő jelentésben például „A vizsgálatokat folytatjuk – írja – hogy kellően alátámasztott oknyomozással a kérdés genetikáját is megvilágíthassuk. A kérdésnek ezt a vonatkozását *dr. Vadász Elemér* geológus úr vizsgálataival kapcsolatba hozzuk.” Tehát még az alapvetően ipari, végül is haszonorientált szervezetek – pontosabban vezetőik – is figyelemmel voltak a földtani megismerés szemléletére, vizsgálati igényére, melyek finanszírozását, támogatását természetes feladatuknak tartották. Ez a szemlélet a magyar bauxitkutatás későbbi időszakaiban is megmaradt, lehetővé téve, hogy a magyar kutatók a nemzetközi bauxit-tudományra is hatassanak, azt gazdagíthassák, ugyanakkor növelve a nemzetközi bauxitvilágban ténykedő szervezetek (pl. a Bauxit Trust) és szakemberek elismertségét.

## A korai-szórvány vizsgálatok áttekintése<sup>4</sup>

A hazai bauxitkezdet része *Szabó József* geológus professzor Ásványtana. 1875-ös, majd 1893-as kiadásában is még „csak” a bauxit-beauxit, wocheinit nevű „ászvány” jellemzését adja. A hazai bauxit „alumíniumkőzetként” 1904-ben<sup>5</sup>, de inkább 1905-ben válik „jelenlevővé”, ekkor jelenik meg ui. *Szádeczky Gyula* kolozsvári professzor saját vizsgálataira alapított véleménye, miszerint a királyerdei Al-dús tömeg nem ásvány, hanem több ásvány keveréke, tehát kőzet.

<sup>1</sup> tothalmos@freemail.hu

<sup>2</sup> Móra L. „Fabinyi Rudolf 1849-1920” [www.kfki.hu/chemonet/osztaly/emlek/fabinyi.html](http://www.kfki.hu/chemonet/osztaly/emlek/fabinyi.html)

<sup>3</sup> Vegyész, a Kísérleti Labor sok éven át – megszakítással – vezetője.

<sup>4</sup> Összeállításomban a bauxitfeldolgozást közvetlen segítő „feltárhatósági vizsgálatokat” nem sorolom, de az abban úttörő szerepet játszó Pfeifer Ignác, a Műszaki Egyetem tanára nevét meg kell említenem.

<sup>5</sup> Igaz, e véleményét megjelentető kis könyvecske szűk körbe jutott csak el. Véleményét 1905-ben bővebben kifejti a Földtani Közlöny hasábjain. Az 1904-es kiadványt Tóth Á. emelte ki a feledés homályából s adott talán elsőként róla ismertetést.

Az első, később bauxitnak minősülő kőzetmintán végzett Al-elemzés a bécsi földtani intézet vegyészének, bizonyos Sturmnek a nevéhez fűződik. Hauer (1863) az osztrák birodalom vasérctelepeit bemutató művében közli az adatokat. A Bihar-hegységi (ma Románia) Rév község határában mélyített akna kőzetmintájában 20%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -t mutatott ki, 40,6%  $\text{SiO}_2$ - és 27,7%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -tartalom mellett. Hauer csak a vastartalomra tesz megjegyzést, s azt „nem nagyon magasnak” ítéli.

*Szepeshegyi I.* a „Bauxitbányászat a Bakonyban” c. többszerzős műben (1987) írja, hogy „1863-ban Bihar megyéből beküldött ércet a Nagybányai Vegyelemző Hivatal még vaskőnek tartja. Csak 1874-ben mutat ki a kolozsvári egyetem 50%-os  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -tartalmat. És újabb 10 évvel később, 1883-ban egy beküldött mintában 56% timföldet találva nyilvánítja<sup>7</sup> azt alumíniumkőzetnek.”

A jelen magyar államterületről való első bauxitnak (bauxitként is írva) nevezett kőzet elemzéséről szóló irat<sup>8</sup> 1890-ből való. E szerint egy Pusztá Nagykovácsiból származó vörös kőzetet Husz Samu<sup>9</sup> bányamérnök bauxitnak<sup>10</sup> határozott meg. A vegyelemzést Kail József<sup>11</sup> végzi, ki kobaltoldattal a timföldet kimutatja<sup>12</sup>. Majd így folytatja az irat: „A Kalecsinszky Sándor<sup>13</sup> által végzett vizsgálat szerint a sárga agyag 38,9%, a barna színű 37,8% kavasavat tartalmaz.” Ha jól értelmezzük a szöveget, ez két történet, de az összefüggés nem világos. Az irat egyébként a hazai bauxitkutatás első propagálása is.

1893-ban Szontagh Tamás a királyerdői Kalota környékéről egy „sajátos agyagvasérc (limonit)-szerű kőzetet” gyűjtött. „Az országos felvételeken találtam egyes darabokban és kisebb-nagyobb foltokban.” A mintát Kalecsinszky Sándor (földtani) intézeti fővegyszer megvizsgálta, s azt „vasércnek néztük. Miután azonban vastartalma igen csekély volt, dr. Kalecsinszky behatódobban nem foglalkozott vele”. (Szontagh T. 1916) Azaz nem ismerték föl a (bihari) bauxitot.

A talán már a török időkben is művelt vasérc-előfordulások egyikéről „száraz-vasérc” (gyenge minőségű vasérc) mintá került elemzés céljából Mikó Bélához, a kolozsvári vegyelemző hivatal<sup>14</sup> vezetőjéhez, aki vegyelemzése alapján már 1903 előtt többször ajánlotta, hogy a Bihar-hegységben ne vasércre, hanem sokkal inkább a sok alumíniumot tartalmazó bauxitra kutassanak. (Horváth B.<sup>15</sup> 1916) „Későbbben egy ilyen barna vaskőnek tartott darab dr. Fabinyi Rudolf<sup>16</sup> kolozsvári egyetemi tanár kezébe került, aki azt bauxitnak határozta meg.” (Szontagh, 1916). „...több más teljesen megbízható hazai chemikus<sup>17</sup> ismételt vegyi elemzéseiből minden kétséget kizárólag kitűnt, hogy a remeczi alumínium bányatársaság tulajdonát képező kőzet nagy alumínium-oxid tartalmánál fogva iparilag becses anyag, melynek vegyi összetétele közel áll a bauxitnak nevezett ásvány összetételéhez.” (Szádeczky<sup>18</sup> Gy., 1904<sup>19</sup>, 1905). Az állomás 1903. július 27-én kiadott részletes analízise<sup>20</sup> szerint ez „az anyag tartalmaz 100 súlyrészben: izzó hőben eltávozó hidrát-víz ( $\text{H}_2\text{O}$ ) 10.42; kavasavat ( $\text{SiO}_2$ ) 3.53; alumínium-hidroxidot ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) 56.63; vas-oxidot ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) 28.89; kalcium-oxidot ( $\text{CaO}$ ) nyomokban; összesen: 99,47%”.

Szirmay Ignác<sup>21</sup> 1906-ban, Pufahl professzor<sup>22</sup> 1907, 1908 és 1914-ben vizsgálja a jád-völgyi (Erdély) bauxitot a Kornis-féle<sup>23</sup> bauxit bányavállalkozás számára. Apor Endre<sup>24</sup> 1908. évi cikkében<sup>25</sup> részletesen bemutatja a bauxitelemzés módszerét, és táblázatban foglalja össze az erdélyi, az osztrák (wocheini, ma bohinj, Szlovénia) s egyéb bauxitok kémiai adatait. Megállapítja: „Ezen adatok bizonyossága szerint a magyarországi (erdélyi) alumínium-ércek összetétel tekintetében jó középhelyet foglalnak el.” Horváth Béla több cikkben<sup>26</sup> foglalkozik a bihari bauxitok kémiaiájával, saját elemzése alapján is, illetve a bauxitok jelentőségével.

Taeger Henrik Vértes-monográfiája (1909) a gánti területen általa fölismer „typusos laterit-képződményről”, „babérces képződményekről” szól, de nem készít-

<sup>6</sup> A bauxitelemzések „híret” tartalmazó írások az elemek meghatározásának módszerét ritka kivétellel nem közlik, korabeli sstr. vegyészeti írásokból analógias módszerrel valószínűleg a módszerekhez is, ezáltal azok megbízhatóságához is közelebb juthatnánk.

<sup>7</sup> Az egyébként irodalmi hivatkozással bővelkedő mű e helyütt nem hivatkozik irodalmi előzményekre. Magam az „alumíniumkőzetté” nyilvánításra vonatkozóan csak az alábbiakat leltem.

<sup>8</sup> Tüa-1 számon, a Földtani Intézet archívumai között. A kézirat valószínűleg Schafarzik Ferenctől származik. Bauxit megismerés-történeti vonatkozásaira Tóth Á. hívta fel a figyelmet.

<sup>9</sup> Hantken M. 1871-ben oraviczai főbányamérnökként említi, későbbi sorsára adatot nem leltem.

<sup>10</sup> A későbbi vizsgálatok (Bárdossy, 1957) a képződmény bauxitos jellegét megerősítették.

<sup>11</sup> A BKL 1923. évi OMBKE tagnévsorában „igazgató, Ganz-gyár” megjelöléssel szerepel.

<sup>12</sup> Nem tudjuk, hol végezte az elemzést.

<sup>13</sup> A Földtani Intézet fővegysze.

<sup>14</sup> Más irodalmakban Állami Vegykísérleti Állomásként szerepel, ez utóbbi tekinthető a hivatalos megnevezésnek.

<sup>15</sup> A Földtani Intézet geológus-vegysze.

<sup>16</sup> A sors firtora, hogy a mottóban idézett írás sem említi, hogy Fabinyi az első bauxitelemzőink egyike. Bár az sem kizárt, hogy Szádeczky a professortársra, s nem a vegykísérleti állomás Fabinyi alá rendelt vezetőjére hivatkozik.

<sup>17</sup> Az egyetlen név, amelyre sikerült rábukkanni: Friedmann József budapesti vegysze, aki a fruntyei bauxit elemzője (Mikó, 1916).

<sup>18</sup> Szádeczky Gyula, kolozsvári egy. tanár, a bihari bauxit első térképezője, több telep fölfedezője.

<sup>19</sup> Szádeczky 1904. évi jelentésére, pontosabban az abból készült propaganda anyagra Tóth Á. hivatkozott elsőként.

<sup>20</sup> Ez a mai „ötalkotós” elemzések magyar őse, ha a Ti-tartalmat még nem is határozták meg.

<sup>21</sup> Vegyész-mérnök, később valószínűleg a barátjai labor vezetője.

<sup>22</sup> Berliini Bányászati Akadémia.

<sup>23</sup> Erről Kornis gróf, talán 1914. évi „Bauxit” feliratú szóróanyaga tanúskodik.

<sup>24</sup> Vegyész-mérnök.

<sup>25</sup> A magyarországi alumíniumércekről, Vegyészeti Lapok 1908. 3.

<sup>26</sup> Például „Az alumínium nyersanyagai Magyarországon” Vegyészeti Lapok. 1911. 47.



tetett azokról elemzést, így az ottani bauxit felfedezését nem segíthették. „Egy, valószínűleg a halimbai Malomvölgyből való, Szontagh Tamás által 1915-ben gyűjtött mintát Emszt Kálmán<sup>27</sup> elemzett. Minősége:  $\text{Al}_2\text{O}_3$  53,04%,  $\text{SiO}_2$  5,06%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  28,25%.” (Vitális I., 1932)

Balás Jenő korai gánti mintáit *Marschalkó Béla*<sup>28</sup> vizsgálta. Ezekről bővebb információ nem ismert, csak annyit tudunk, hogy azok akkor még gyenge minőségű bauxitra utaltak.

A F. Suess<sup>29</sup> által gyűjtött mintákból<sup>30</sup> *Leitmeier Henrik*<sup>31</sup> vizsgálatai során /1920-22/ derült ki, hogy a kezdetben vasércnek vélt Halimba-malomvölgyi vörös föld tulajdonképpen bauxit. Ő készítette az 1921-22. évi kutatások során a Tapolcai Bánya Rt. számára a bauxit-elemzéseket (Vitális I., 1932). 1922-ben a bakonyszentlászlói bauxitmintákat is vizsgálja. Érdekes, hogy  $\text{TiO}_2$  adat nincs, de van  $\text{SO}_3$  érték. Ez utóbbi vezetett a szulfátásványok meghatározására.

Ránk maradtak Vadász hagyatékában egy Halimba-Malomvölgy K-i táró németországi /Dessau/ 1931. évi elemzési adatai és mintavételi vázlata. Aknaszlatinai György A. (1923) a halimbai bauxit arany-, ezüsttartalmát, ugyanakkor a halimbai, illetve Balaton-hegyi (szóci) bauxitból aluminit<sup>32</sup>-fészkeket említi. A mintákat feltehetően Suess professzor gyűjtötte, vizsgáltatta a bécsi földtani intézetben.

#### Fizikai vizsgálatok

A Bihar-hegységi vasérc alumínium-ércce „válása” a vegyvizsgálatokon túl a Szádeczky Gyula által 1903-1904. évben a kolozsvári tanszékén végzett fizikai vizsgálatoknak is köszönhető. Ezekről kicsit bővebben szólok, mert az ő, illetve az ő ösztönzésére készült vizsgálatok kevésbé épültek be a szakirodalomba. A vizsgálati eredményei 1904., illetve 1905. évi tanulmányaiban<sup>33</sup> jelentek meg. Szádeczky kérésére *Ruzicska Béla*<sup>34</sup> piknométerrel határozta meg a (Szádeczky által kipreparált) diaszpor fajsúlyát: 3.3825. Hidrosztatikai mérleggel határozta meg az „érc” fajsúlyát: 3.547-3.013, középértékben: 3.545.

Szádeczky 1904-ben adja az „aluminium kőzet” első ásványtani-kőzettani leírását. Megállapítja, hogy a kőzet „megnevezésére nem használhatjuk az egységes ásványra vonatkozó beauxit (bauxit) nevet...” „...a mikroszkopikus vizsgálat azt mutatja, hogy valamennyi remeczvidéki anyag többféle ásványból áll, tehát összetett kristályos kőzet, melynek alkotásában uralkodólag egy eredetileg

fehér vagy szürke színű, rendkívül sűrű kristályos halmaz<sup>35</sup> vesz részt.” Gömbös, szabálytalan alakú, némelykor repedéseket kitöltő, nagyobbkristályos képződmények válnak ki, amelyek optikai tulajdonságaik alapján DIASPOROK-nak bizonyultak, minek alapján a kőzet sűrű része is részben ennek tekinthető. Diasporon kívül ...lényeges szerepet játszik a MAGNETIT, e mellett rendszeren hematit és ezekből származó limonit is. De egyes kőzetekben előfordul ilmenit, sőt korund is, a telepek külső, tisztátalanabb részében pedig delessites<sup>36</sup> csomók, ezekben némelykor epidot található. A kőzetnek igen szép gömbös, héjas szerkezete van, többnyire 1 mm körüli gömbátmérővel.” Részletes leírását adja a szín szerint különválasztott kőzetfajtáknak. „A különböző helyekről nagyon sok vékonycsiszolatot vizsgáltam meg.” A legtöbb kőzet rejtetten gömbös szerkezetű, azaz csak mikroszkóppal láthatók. A vasásványok közül a magnetit a sötét kőzetfajtákban gyakori, ezen belül is főleg gömbös szerkezetű szemcsékben. „A hematit nagyobbára a kőzet tömör részének festőanyagaként szerepel.” Továbbiakban a kőzetet alkotó ásványokat mutatja be. A bihari bauxitok német kutatói is végeztek mikroszkópos vizsgálatokat.

Fentiekén túl említeni kell két térfogatsúly-mérési adatot. Az egyik *Lachmann*<sup>37</sup> (1908) német kutatónak a kalotai telepekre adott 3,3-as fajsúly-értéke (Papp K. 1915-ben is ezzel az értékkel számol készletet).

Mágneses szeparálást végzett Finkey J. és Jakóby I. 1918. évben a budapesti Műszaki Egyetemen. Vizsgálataik alapján a bihari vasdús bauxitok vastartalmának ez úton való dúsítását gazdaságosan megoldhatónak tartották. (Vitális I., 1931. nyomán)

#### A rendszeres vizsgálatok kora

##### Vegyvizsgálatok

A bihari bauxittermelés megindulásával (1914-15) megkezdődnek a rendszeres minősítő vizsgálatok is. Azonban sem az alkalmazott vizsgálati módszerekről, sem azok mennyiségéről érdemi információ nem maradt az utókorra. A minősítő vizsgálatokat végzők közül Szirmay nevét ismerjük. A háború alatt német katonai irányítás alá került a termelés. Ez időből Linau Herman német szakember neve is megjelenik (Tóth Á., 2008), talán a barátkai labor katonai vezetőjeként, vagy a bauxit katonai átvevőjeként.

A Szóc-halimbai, de még inkább a gánti telep felfedezését, s különösen a gánti termelés megindulását kö-

<sup>27</sup> m.kir. kísérletügyi főigazgató, a Földtani Intézet fővegysze.

<sup>28</sup> Valószínűleg azonos a postafőigazgatóként ismert (1889-1974) személlyel, hisz' a Postakísérleti Intézet Történetében M.B. vegyészről, mint aki „a vegyészeti eljárások elismerést szerzett kidolgozója és igazgatója” történik említés.

<sup>29</sup> Bécsi professzor, a kezdeti kutatások vezetője.

<sup>30</sup> Suess négy bauxit- és két vaskéregminta elemzését közli 1920. nov. 20-i jelentésében. Ebből egy bauxit igen kiváló minőséget: 50,1:1,85 értéket mutat.

<sup>31</sup> Bécsi földtani intézet vegysze.

<sup>32</sup> Ezekről Gedeon T. 1946-ban kiderítette, hogy valójában alunitból állnak.

<sup>33</sup> 1905. évi tanulmánya közismert, az 1904. évi jelen írás szerzője emelte ki a feledés homályából.

<sup>34</sup> Akkor egyetemi magántanár.

<sup>35</sup> Ez tk. a későbbi fogalommal-megnevezéssel alapanyag.

<sup>36</sup> A Pallas Lexikon szerint vasban gazdag klorit, vasklorit-féleség.

<sup>37</sup> Lachmann, R., 1908. Neue ostungarische Bauxitkörper und Bauxitbildung überhaupt. /Bihar com., Ungarn/ (Zeitschrift für prakt. Geol. 16. 9)

vetően a vizsgálatok mind rendszeresebbek és mind sokoldalúbbá válnak. Az előbbi területen folyt kutatásokhoz kapcsolódó vizsgálatok eleinte a bécsi földtani intézetben történtek. A gánti kutatáshoz kapcsolódó első rendszeres vizsgálatok túlnyomó részben a királyi magyar Földtani Intézetben történtek. A gánti termelés beindítását követően, 1928-tól a Bauxit Trust saját laboratóriumai végezték a bányatermelés-, a kutatásirányító-, illetve a timföldfeldolgozáshoz nélkülözhetetlen vizsgálatokat. Az újonnan belépő kutatási-bányászati vállalkozások is először a Földtani Intézet laboratóriumát vették igénybe, de a termelésirányítás, illetve a bauxitár megállapításának szüksége elodázhatalanná tette saját laboratórium alapítását-működtetését. A speciális vizsgálatok azonban a bauxitiparon kívüli laboratóriumokban, pl. a műszaki egyetemen készültek. Alábbiakban laboratóriumok szerint mutatom be a történeteket.

### **A Bauxit Trust, illetve a MÁK<sup>38</sup> laboratóriumainak tevékenysége**

A vizsgálatok a gánti Kísérleti Laboratóriumban, majd 1943-tól az iszkaszentgyörgyi laboratóriumban, illetve a Budapesti Vegyigyárban, a Viktória Vegyészeti Művek Rt.-nél történtek. A MÁK, illetve a Bauxit Trust pénzügyi és szakszolgálati összefonódottsága<sup>39</sup> okából ide soroljuk a bauxitcement-gyártást szolgáló tatabányai laboratóriumot. Vizsgálatok történtek továbbá a MÁK beoćini (Horvátország) bauxitcement gyárában is. A Bauxit Trust gánti bányáján kívül bauxitot termelt az Isztriai-félszigeten, a horvát-dalmát térségben, valamint kutatott Görögországban, Franciaországban, s 1943-44-ben a Bihar-hegységben is termelt. Ez utóbbi területekről származó minták elemzési helyeiről, módjáról, a vizsgálatot végzőkről szinte semmi ismeretünk<sup>40</sup> nincs, csak a knezpoljei /Horvátország/ bauxitterületen tervezett laboratórium felállításával kapcsolatban lehet levélhivatkozást. De azt kell hinnünk, hogy több helyen volt labor, e nélkül ui. a termelés (és részben a kutatás) nem lett volna irányítható. Igaz ugyan, hogy a kiküldött szakértők a gyűjtött mintát rendszerint hazai laborban elemeztették, aminek persze lehetett gyakorlati oka is: hamarabb és biztosan hozzájutottak az adatokhoz. A dokumentumok alapján azonban ritkán lehet egyértelműen eldönteni, hogy valamely vizsgálat hol készült.

### *Vegyvizsgálatok*

A vizsgálatok fajtáiról elég jó áttekintésünk van, az alkalmazott módszerekről eseti. A vizsgálatok mennyiségét sem ismerjük. A vizsgálatokat végző vegyészek, mérnökök nevét később sorolom. A ránk maradt elem-

zési bizonylatok sorszámai alapján úgy tűnik, évente újra kezdték a számozást. Évente néhány száz elemzési jegyzék valószínűsíthető. Jegyzékenként pedig átlagosan 5-10 adatsorral számolhatunk. A vizsgálati minták számát az alábbiak alapján is megközelíthetjük. A „melegesi medencében a (fedőtől) megtisztított bauxittelep hátán azután dugóhúzószzerű csigafúrókkal méterről-méterre bauxitmintát vesznek, és azt vegyelemzik. Így állapítják meg, hogy a bauxittelepben hol és minő vastagságban helyezkednek el a jó, a kevésbé jó és a gyenge bauxitteleprészek” (Vitális, 1940). Ez 100x100 m-es átlag 5 m vastag bauxittest esetén több tízezer mintasort jelent.

Főalkotók vizsgálata: az első vizsgált „elemek” (Al, Si, Fe, Ti, izz. veszt.) sora később kibővült a titánnal.

Az eplényi elemzési bizonylatoknak egy ránk maradt kis halmaza alapján úgy tűnik, hogy a Veltybányából való bauxit-szállítmányok analízisei is a gánti laboratóriumban készültek. Kérdés, hogy a német vevő vagy Velty megbízása alapján?

A Trust szakemberei bizonyos rendszerességgel (legálisan vagy illegálisan) meglátogatták a konkurens cégek bauxitbányászati objektumait (kutatóaknákat, bányákat), s az ott gyűjtött bauxitokat megelemeztek. A történelem fintora, hogy több bányászati létesítmény bauxitjáról jószerivel csak ezen látogatások után született, főleg Vadász és Graul<sup>41</sup> által készített jelentések révén tudunk valamit is. A legális kapcsolat elemzési eredményei közül is megmaradt néhány, amelyek nagy valószínűséggel a jobban felszerelt, nagyobb gyakorlat-tal rendelkező Bauxit Trust laborban az ellenőrzés szám-dékával készültek.

1945 után szükségképpen megerősödött a kapcsolat a nevét egy ideig őrző, de hamar szovjet irányításúvá vált Bauxit Trust és a bakonyi térségben még jelenlévő más vállalkozások között. Egy 1945. IX. 26-i elemzési adatsor arról tanúskodik, hogy a Bauxit Trust Laboratóriuma a Magyar Bauxitbánya Rt.-nek elemzett. Igaz, nem tudjuk, hogy ez rendszeres vagy eseti volt-e. A nyírádi Gábor, Sándor lejtakna, illetve a Sándor külfejtés bauxitját elemezték. Ez utóbbiból „fehér réteget 36,6 % izz. veszteséggel SO<sub>4</sub>-re vizsgáljuk” felirattal, Kolosné aláírással. Alunit – írja rá Gedeon T. Egy 1945. IX. 18. dátumú elemzés pedig a Bakonyi Bauxit Rt. bauxitjairól tájékoztat: Antal táró, Márton lejtakna, Felix környéki felszíni minták és Felix bányából „fehér db (darabos) minta” 77,5% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-tartalommal.

A főelemek mellett rendszeresen vizsgálták az ún. járulékos alkotókat. Sok laborjelentés és elemzési bizonylat tanúskodik a kalcium-, magnézium-, a kén-szulfidkén-szulfátkén viszonylag rendszeres vizsgálatáról. Gedeon 1932. évi cikkében<sup>42</sup> részletesen be is mutatja ezeket. Egy 1943. febr. 23-i jelentés szerint Gedeon már 1928-29-ben eljárást dolgozott ki a bauxit-

<sup>38</sup> Magyar Általános Kőszénbányák.

<sup>39</sup> A MÁK a Bauxit Trust főrésztvényesei egyike, a MÁK egyes szakembereit (pl. Vadász Elemér geológust) a Bauxit Trust is foglalkoztatta időszakosan.

<sup>40</sup> A megnevezett területekről ránk maradt iratokat jelen írás szerzője tanulmányozza.

<sup>41</sup> Graul József a Bauxit Trust bányászati igazgatója, egyben a kutatások irányítója.

<sup>42</sup> Gedeon T. 1932. „A magyar bauxit járulékos elegyrészeiről” (Magy. Chemiai Folyóirat 38., 7-12).

ban lévő „szulfid-kén gyors és pontos meghatározására”<sup>43</sup>. Gedeon ennek mikéntjét Kormos izsriai szürke bauxitmintáin dolgozta ki, amikor is a két vegyértékű kén jelenlétét is kimutatták. A foszfortartalom vizsgálatára vonatkozóan egy 1948. febr. 7-i visszatekintő (összegző) laborjelentés ad tájékoztatást: egy 1933. évi szállítás átlagminőségét közli. Gedeon 1932. évi cikke szerint az izsriai bauxitokkal szemben a magyar (gánti) bauxitnak veszélyesen (sic! T.Á.) magas a foszfortartalma. Ennek forrásaként a „mikroszkópiailag mindig kimutatható” apatitot tekinti.

Nyomelem-vizsgálatokra vonatkozóan több laborjelentés ad információt. Az 1942. jan. 13-i jelentés pl. ezt írja: „Múlt év végén értesültünk arról, hogy iszaskaszentgyörgyi bauxitszállítmányban Lautawerkben lila színű darabokat találtak, melyek közül az egyiknek elemzésében 0,43%  $V_2O_5$ -t találtak...” a 435/KL jelentésünkben múlt év január 17-én már különböző fűrészi szelvények vanádiumtartalmát közöltük, és az 0,06-0,10%  $V_2O_5$  között váltakozott. Fontos megállapítása, hogy „a lila bauxitban a vanádiumtartalom semmivel sem magasabb mint az átlagos”<sup>44</sup> érték”. Fentiek alapján kimondja: „kétkednünk kell abban, hogy Lautawerkben 0,43%  $V_2O_5$ -t találhattak, sokkal valószínűbb, hogy az eredmény kiszámításánál egy tizedespontot tévedtek.” Iszaskaszentgyörgyi, sümegi és gánti bauxitot vizsgáltak, és elsőként a labor történetében a kobaltot is igyekeztek kimutatni. Leírja a kimutatás módszerét is. A kísérlet sikerrel járt mind a négy mintában. A vizsgálatokat minden bizonnyal dr. Tasnádiné<sup>45</sup> (Széki Pálma) végezte. Ugyanez a jelentés utal arra, hogy már 1929-ben is történtek Gánton vanádium-meghatározások.

A labor, illetve munkatársainak szakmai színvonalát jelzi, hogy egy 1941. ápr. 18-i jelentés szerint megkíséreltek egy rénium meghatározására szolgáló módszert adaptálni, alig több mint fél évvel annak irodalmi bemutatását követően. A minta származási helyét nem adták meg, igaz, kimutatni sem sikerült. Az 1948. február 17-i, retrospektív jelentés<sup>46</sup> alapján több harasztosi mintát berilliumra (0,010-0,020%), nikkelle (0,001-0,0001%), cirkóniumra vizsgáltak. Ez utóbbit csak kvalitatíve mutattak ki. Más jelentések szerint fluort, cinket is kimutatták, de csak kvalitatíve. Nátrium-, kálium-meghatározást általában alunytanganú esetén végeztek.

#### *Egyéb speciális vizsgálatok*

**FERRO VAS KIMUTATÁSA:** az 1948. február 17-i jelentés a ferro-vas korábbi kimutatásáról tájékoztat. A „hazai bauxitkutatók”<sup>47</sup> szerint a magyar bauxitban ferro-

vas nincs – állítást laboratóriumunk megdöntötte, mivel az iszaskaszentgyörgyi bauxitban a szokásos mennyiségű vastartalom mellett  $/Fe_2O_3$  20,05%/ 0,23% FeO-t találtunk.” A ferro-vas meghatározásának híre is tudományos újdonság<sup>48</sup>.

**BERILLIUM-TÖRTÉNET I.** Vadász professzor – tanítványai visszaemlékezései szerint – nem kedvelte a kémiát. 1932-ben mégis cikket<sup>49</sup> szentel a berillium bemutatásának. Az apropót az adhatta, hogy Gedeon a magyarországi bauxitban kimutatta a berilliumot. Gedeon – írja – „a gánti bauxit vegyi alkotóról szóló előadásában”<sup>50</sup> elsőül említette az általa akkor még csak minőségileg kimutatott berilliumot. A nyár folyamán pedig szóbelileg közölte velem, hogy egyik dunántúli bauxit-előfordulás anyagában a berilliumot mennyiségileg is kimutatta s 1,37% BeO-t talált benne.” Vadász írásában összegzi – elsősorban német irodalom alapján –, amit a berilliumról tudni illik. A kimutatás tényét ő elsősorban bauxitkezelési oldalról tartja fontosnak: „A berillium jelenléte ugyanis újabb érvet szolgáltat a bauxitoknak mészkövekből való 'terra rossás' származása ellen” – írja. A berillium meghatározására szolgáló vegyi eljárásokat Dittlernek egy 1931. évi írása mutatja be, aki ekkortájt kapcsolatban van a magyar (gánti) bányászattal.

**SZABAD KOVASAV MEGHATÁROZÁS.** A Kísérleti Labor 1942. febr. 24-i jelentése „Az Iszka-szentgyörgyi bauxit kvarc tartalma” címet viseli. Öt fűrészi vizsgálati eredményei alapján megállapítja, hogy „minél nagyobb a bauxit össz.  $SiO_2$ -tartalma, annál kisebb benne a kvarctartalom. Alacsony össz. kovasav esetében a kvarc mennyisége relatíve magas.” A kvarctartalom 0,0-0,57% között mozog. A kvarcmeghatározás mikéntjét nem adja. Az említett 1948. febr. 7-i laborjelentés táblázatban foglalja össze melegési, illetve harasztosi különböző bauxitfajták normál vegyi összetételét, illetve szabad kvarctartalmát.

**ELEMI KÉN MEGHATÁROZÁS.** Egy Terebesi által jegyzett 1944. febr. 19-i elemzési jegyzék tájékoztat a vizsgálat mikéntjéről: „Alacsony hőfokon S nem desztillálható ki, tehát elemi kén nincs benne.” Elemi ként mutattak ki 1929-30-ban Kormos Tivadar által gyűjtött izsriai felszízi szürke bauxitmintákból.

**SZERVES ANYAG MEGHATÁROZÁS.** Egy dátumnélküli jelentés szerint „Fontosnak tartottuk tanulmány tárgyává tenni az organikus anyag mennyiségének, valamint gyors meghatározásának módjait vizsgálatunk sorába felvenni.” Hangsúlyozza, hogy „Az organikus anyag abszolút pontos meghatározása úgy a bauxitban, mint az egyes lúgokban... majdnem lehetetlen.”

<sup>43</sup> Az erről szóló cikke Gedeon T., 1931. Új módszer a kén tartalmú kőzetek feltárására címmel jelenik meg a Magyar. Chem. Folyóirat 37. kötetében.

<sup>44</sup> Az átlagos érték kifejezés azt jelzi, hogy viszonylag nagy számú mintán végezhettek vanádium mennyiségi meghatározást.

<sup>45</sup> A Gedeon T., et al., 1941. Az iszaskaszentgyörgyi bauxit monográfiája társszerzője. De társszerzője a Schleicher A., Tasnádiné Széki Pálma, Verő József, 1955. Általános metallográfia c. könyvnek is, Akadémia Kiadó.

<sup>46</sup> Feltételezhetően a Magyar-Szovjet Alumínium Rt. vezetésének tájékoztatására készült.

<sup>47</sup> Nem tudjuk, kire gondolt a jelentés szerzője.

<sup>48</sup> Bárdossy (1961) szerint ui. „Bauxit-telepeink ferro-oxid-tartalmáról viszonylag kevés adat áll rendelkezésünkre. A ferro-vasat nemcsak a sorozatelemzésekben, hanem még az ún. „teljes” (14 komponens) elemzésekben sem határozták meg eddig.”

<sup>49</sup> Vadász E., 1932. Beryllium és nyersanyaga, Bányászati és Kohászati Lapok (BKL 65. 22).

<sup>50</sup> Az előadás „A gánti bauxit vegyi alkotóról” címmel a Természettudományi Társulat Chemiai Szakosztálya 1932. máj. 31-i ülésén hangzott el, s megjelent „A magyar bauxit járulékos elegrészeiről” címmel a Magyar Chemiai Folyóirat 38. számában, két részben.



„Kísérleteinkben nemcsak arra voltunk kíváncsiak, hogy van-e, és hogy milyen mennyiségben van organikus anyag az egyes bauxitokban, hanem arra is, hogy az organikus anyag mennyisége hogyan változik egy-egy fúrási szelvényben<sup>51</sup> méterenként lefelé haladva.” A Gánt-harasztosi 1325. sz. fúrás szelvényét vizsgálták, benne az egészen gyenge minőségű mintákat is. Erről a 9076. sz. laborjelentés ad számot. Megállapítja, hogy „Általában a bauxittest széntartalma csak század százalékot tesz ki”, s hogy „a felszínhez közelebbi rétegek szervesanyag-tartalma között lényegesebb eltérés nincsen.”

#### Fizikai vizsgálatok

**Színmeghatározás:** Egy 1942. január 13-i jelentésben írja Gedeon, hogy utánanézett 1929. évi „Gánton végzett vizsgálatainknak és megállapítást nyert, hogy a gánti lila színű bauxitok, melyeket általában mangándúsaknak tartottak, sem mangántartalomban, sem vanádiumtartalomban lényeges kiugrást a többi normális bauxit mellett nem mutattak.” Egy másik jelentés<sup>52</sup> szerint: „Vizsgálatokat végeztünk annak megállapítására, hogy mennyire jellemző tulajdonsága a szín a különböző előfordulású és különleges összetételű bauxitoknak. A színnek rögzítésére az Ostwald-féle színtheoria alapján összeállított „Unesma színtáblákat” használtuk.” Magas  $\text{TiO}_2$ -tartalmú Óbarok-vizsonypusztai, illetve kincsesi mintákat vizsgáltak. „Amint a fenti összeállításból kitűnik, a bauxitok összetételének változása és színének változása között semmiféle törvényszerűséget megállapítani nem lehet” – mondja e tanulmány. Tapasztalatait később, 1954-ben összegzi: „A bauxit lila színe a hematit és hidro-hematit különleges diszperzitásának az eredménye”.

**Áztatás-főzés:** Gedeon a hazai irodalomban az elsők között mutatott<sup>53</sup> rá a vörös agyag megnevezés pontatlanságára. „A vörös agyag megnevezéssel a bauxit-irodalomban ismételtlen találkozunk, annak pontosabb körülhatárolása nélkül” – írja. (T. Roth 1927, Kormos 1928 és Vitális, 1931-re hivatkozik!) „Az agyag vízben széjjeláll, míg a bauxit nem. Ebből kifolyólag a külszíni vörösgyag átázva suvad, míg a bauxit a legnedvesebb időt is meredek falban állja<sup>54</sup>. A vizsgálatok szerint a két kőzet állékonyságában megnyilvánuló fizikai különbségek a kőzet szerkezetében is megnyilvánulnak, így egyszerű iszapolási próbával hovatartozásuk a vegyvizsgálatnál könnyebben eldönthető. E fizikai sajátságok ismeretével az elemzésben mutatkozó különbségek is könnyebben magyarázhatók és értékelhetők.” A zugligeti bauxitról önmagára hivatkozva<sup>55</sup> írja: „Vízben főzéssel sem változnak, tehát nem képlékenyek.”

**Fajsúly-meghatározás:** Incze György<sup>56</sup> 1927. ápr. 21. dátumú feljegyzése az eplényi, gánti, halimbai bauxitok piknométeres fajsúlyméréseinek eredményeiről tájékoztat. Vadász-Kormos 1927. ápr. 30-ai jelentése ue. minták vizsgálatáról így számol be: „külön megállapítottuk az eplényi bauxit fajsúlyát, amelyeket az I/1 és I/2. fúrásokból vett három különböző minőségű minta alapján 2,93; 2,95 illetve 2,98-nak találtunk.” Összefoglalóan azt mondhatjuk, hogy legtöbb bauxitterületünkről már a legkorábbi időkben történtek fajsúlymérések is. Hogy hol és mennyiben vették figyelembe a kitermelt bauxit-mennyiség súlya kiszámításánál, nem találtam adatot, bár a vizsgálatok nyilván e célból történtek.

**Pórustérfogat-meghatározás:** Gedeon (1932) a „zugligeti bauxitokon” magas pórus-térfogat /10,44-18,10%/ értékeket mért. S kimondja: „Ezen magas pórustérfogat-százalék is az anyag bauxit mivoltát igazolja.” A sümegi bauxit esetében is meghatározta ennek értékét: 12-15%. Határozott állásfoglalásából arra lehet következtetni, hogy a Kísérleti Laboratórium több mintát is vizsgált. Ki kell emelni, hogy vizsgálatai időben messze megelőzik Allen Bárdossy által idézett<sup>57</sup> vizsgálatainak időhorizontját.

**Mágneses szeparáció:** Gedeon 1939. VIII. 17-i jelentésében Finkey József<sup>58</sup> „Redukált bauxitok mágneses szeparációja” c., a BKL 1939. évi 6. számában megjelent értekezéséhez fűz megjegyzéseket. „Finkey volt az első, aki a bihari bauxitokat mágneses szeparációnak vetette alá. 1935-ben Szelényi Géza és Somogyi Jenő doktori értekezéseikben a dunántúli bauxitok vastalanításával foglalkoztak. ...Leközölt eredményeik néhány esetben megbízhatatlannak és technikailag kivitelezhetetlenek. 5 évvel később a Műegyetemen Szarvasy professzor tanácskén foglalkoztak bauxitok mágneses szeparációjával. ...Az eddigi irodalmat áttekintve azt is megállapíthatjuk, hogy homogén bauxit anyagot fizikai módszerekkel mint szítalással, iszapolással, flotációval, mágneses szeparációval stb. dúsítani akár alumíniumra, akár egyéb részeire olcsón és eredményesen nem lehet. Olyan bauxitok, melyekben már szemmel láthatólag nagy minőségbeli eltérések lehetnek, mint amilyenek a pizolitos bauxitok, már dúsíthatók.” E megjegyzés megengedi a feltételezést, hogy a Kísérleti Laboratóriumban végeztek mágneses dúsítási kísérleteket is.

**Hőbomlási vizsgálat:** Egy 1942. febr. 23-i jelentésben<sup>59</sup> a magyar bauxitföldtani irodalomban e korból nem említett vizsgálati módszert ismerteti. „A hőbomlási görbét különböző hőfokon végzett súlyvesztésmeghatározással is megkaphatjuk, azonban ennek az eljárásnak a hátránya a hosszadalmas munka és az értékek szórása.” Négy ilyen hőbomlási görbét (vagy ahogy

<sup>51</sup> Ez már a Gedeonra jellemző földtani gondolkodásra utal.

<sup>52</sup> Bauxitok színmeghatározása. 1934. II. 26. Kísérleti labor.

<sup>53</sup> Gedeon T., 1932. A gánti bauxit fedőrétegéről. Földtani Közlöny 62.

<sup>54</sup> Ennek természetesen meghatározó bányászati vonatkozásai vannak.

<sup>55</sup> Gedeon T., 1934. Zugligeti bauxitok elemzése. Földtani Közlöny 34.

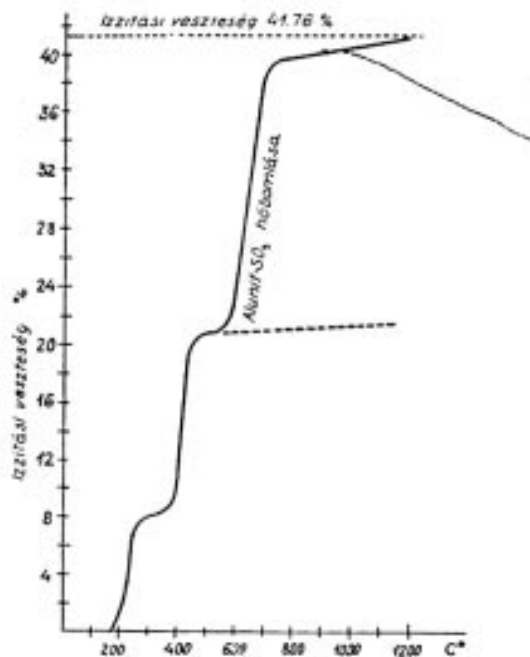
<sup>56</sup> A Bauxit Trust fővegysége.

<sup>57</sup> Bárdossy (1977) szerint „ezt az értéket Allen, 1952., 1953. vezette be a bauxit és a tűzálló agyag jellemzésére.”

<sup>58</sup> Soproni egyetemi tanár.

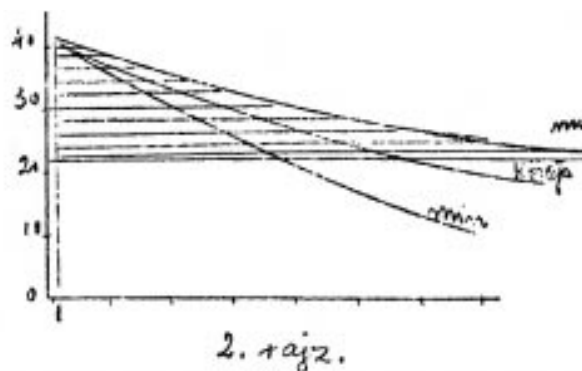
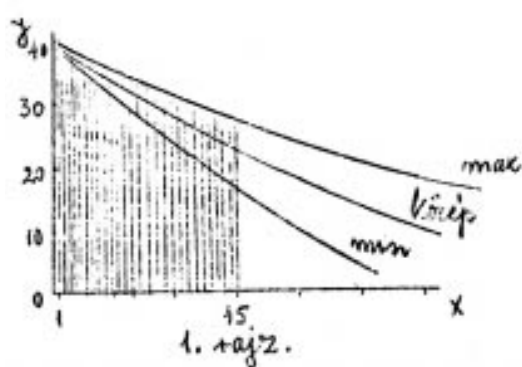
<sup>59</sup> Az iszcaszentgyörgyi bauxit szulfáttartalma. A jelentés aláírója: Gedeon T.

a jelentés nevezi: izzítási veszteség diagramot) mellélt. A közölt diagramok egy sümegi és három iszka-szentgyörgyi magas szulfáttartalmú minta hőbomlását mutatják. A vizsgálatok alapján a mintákat nagytisztaságú alunitnak minősítették. Egy 1943. évi, óbaroki témájú jelentés már megkülönbözteti a hidrargillit, illetve a böhmít típusú bauxitokat, izzítási veszteségük alapján. Ezt magyarázat nélkül teszi, ami arra utal, hogy nem újszerű<sup>60</sup> a megállapítás.



1. ábra: Alunit izzítási görbéje

**Ásványtani és szövettani vizsgálat:** Gedeon (1932) írása a foszfortartalom kapcsán említi a mikroszkópi vizsgálatokat. A /kőzet/szöveten ugyan akkor mást értettek, mint manapság, a szabad szemmel is látható tulajdonsá-



2. ábra: Keménységmérési kiegyenlítő ábrák

gok együttesét. Ilyen felfogásban vizsgálta Gedeon a gánti pizolitokat, s készített azokról „szemcsenagysági” eloszlás-vizsgálatot.

**Mikromineralógiai vizsgálat:** Ismereteink szerint *Pobozsny István* bányamérnök az első, aki hazánkban (doktori dolgozatához<sup>61</sup>) bauxit „mikromineralógiai vizsgálatot” végzett. Vizsgálatait a Trust valamelyik laboratóriumában végezte „A gánti bauxitok iszapolási maradékában<sup>62</sup> mikroszkópiai vizsgálattal a következő ásványokat találtam” (írja): diaszpor, magnetit<sup>63</sup>, hematit, limonit, kvarc, klorit, muszkovit-csillám. „Ezek az ásványok a bihari bauxitokban is előfordulnak” – teszi hozzá.

**Mosási vizsgálatokat** végeztek nyilván dúsítási céllal az Óbarok-Vázsony-pusztá II. fűrőlyuk mintáin<sup>64</sup>.

### Bauxitiparon kívül megbízásra végzett vizsgálatok Végvizsgálatok

*Gedeon T.* megkeresésére a budapesti Műszaki Egyetemen leendő akadémikusok (*Polinszky Károly, Rabó Gyula, Benedek Pál*) svájci exportra szánt bauxitot elemeznek<sup>65</sup> (időpontja nem ismeretes).

Ha a bauxittermelő (eladó) és a vevő között minőség-egy egyet nem értés volt, harmadik felet kértek föl ún. döntő elemzésre. Ez több alkalommal a budapesti Műszaki Egyetem illetékes tanszéke volt. A Transdanubia (Korányi-Opel cég) németországi szállításai esetén egy londoni laboratórium volt hivatott a „döntő analízist” elkészíteni.

### Keménységmérések

Vadásznak egy 1934. március 5-i följegyzése szerint „Saját gyűjtésemből származó minták alapján *dr. Koch Sándor* útján megállapítottuk<sup>66</sup> a bauxitfajták ásványtani keménységi fokát”. A sorrendet a klasszikus Mohs-skála szerint adta meg. A vizsgált bauxitok között más országbeli minták is vannak. Ugyancsak Vadász hagyta-

<sup>60</sup> Ez azért is érdekes, mert ue. évben jelenik meg Vadásznak egy cikke, amelyben ezt írja: „minthogy eddigi ismereteink szerint a magyar bauxitok túlnyomólag diaspor-jellegűek, a hidrargillit jelenléte magában véve is különleges jelenség számba ment.”

<sup>61</sup> Pobozsny, 1928. A Vértes-hegység bauxitlepei (Földtani Szemle 1. k. 5. f.)

<sup>62</sup> A bauxit köztudomásúlag vízben nem ázik szét, tehát vagy sósavas foltárast készített, vagy a bauxitokat kísérő agyagos kőzeteket áztatott szét.

<sup>63</sup> Megfigyelését Györki J. (1932) is említi.

<sup>64</sup> /Kísérleti Labor jelentés 1944. márc. 22.), Terebesi ?.

<sup>65</sup> Benedek Pál – Polinszky Károly r. tag emlékezete. [www.kfki.hu/physics/history/polinszky](http://www.kfki.hu/physics/history/polinszky)

<sup>66</sup> Ide sorolom, bár nem tudjuk, hogy Koch S. megbízásból, vagy baráti szívességből végezte-e a vizsgálatokat.

tékában leltem egy dátum- és címnélküli 4 oldalas összeállítást<sup>67</sup> *Balyi Károly*<sup>68</sup> szerzőségével. A Bauxit Trustnak – jelek szerint – több éven keresztül dolgozott. A bauxitbányászattal való kapcsolatára<sup>69</sup> utal, hogy gánti gipszkristályokat is vizsgált: „E gipsz-kristályokért *Graul Róbert* igazgatónak e helyen is köszönetet mondok” – írja egyik cikkében. Arról, hogy bauxitot is vizsgált volna, egyik szklerométeres vizsgálatairól beszámoló cikkében sem tesz említést<sup>70</sup>. Összeállítása azonban arról tanúskodik, hogy bauxitvizsgálati tevékenysége több éven át folyt, de nem tudjuk hol.

A keménységmérések – minden bizonnyal – ipari (jövesztési-aprítási) tulajdonságok meghatározását célozták. Ebből a szempontból érdekes, hogy a vizsgálatokat a MÁK támogatta valamilyen formában. A 2. ábra Balyinak a mérési adatok kiegyenlítésére szolgáló rajza-it mutatja.

### Röntgenvizsgálat

Az első magyarországi (gánti) bauxitról röntgenvizsgálatot *J. Böhm*<sup>71</sup>, a freiburgi egyetem tanára készítette. Vadász (1946) a vizsgálatot Dittlernek tulajdonítja. Dittler cikkéből<sup>72</sup> azonban egyértelműen kiderül, hogy az általa 1929 tavaszán, valószínűleg Gedeon segítségével gyűjtött gánti minták egyikét, egy fehér bauxitot – kérésére – Böhm vizsgálta.

A rendszeres, az ásványtani viszonyok pontos megállapítására irányuló vizsgálatok későn indultak, nyilván abból a kezdeti véleményből fakadóan is, mely szerint: „Az alkotórészek pontos ásványtani meghatározása iparilag nem nagy fontosságú” (Gedeon, 1932). Egy 1939. febr. 22-i laborjelentés görög bauxitok vizsgálata kapcsán már a W.A.W. kutatójára, bizonyos *Albert Roth*<sup>73</sup>-ra hivatkozik, aki szerint „röntgenvizsgálattal a bauxitok Bayer szerint feltárhatóságára következtetni lehet.”

Itt említjük Dittler gánti látogatását követően végzett mikroszkópi vizsgálatait, akkor is, ha azokat nem a Bauxit Trust megbízásából végezte. „Mindössze” a mintákat biztosította ehhez. Vadász (1946) ekként foglalta össze Dittler cikkének<sup>74</sup> vonatkozó megállapításait: „túlnyomólag alakatlan vasoxidos alumíniumhidrátból állónak találta, gyakori félkristályos monohidráttal, a böhmittel (sporogelit). Nagyon alárendelt mértékben észlelt diasport, míg a hidrargillit csaknem egészen hiányzik. Kevés kvarc, vasoxidhidrát, piroluzit és spilomelan jelenlétét állapította meg.” Tehát szöveti megfigyelésekről még nincs szó.

A „Bauxit Trust” kor legvégén, 1946-ban szovjet szakértő *mikroszkóposan* vizsgálja a gánti bauxitot. Vendel M., révén<sup>75</sup> tudunk róla: „Rozskova V.V. egyik, a magyar bauxitokkal foglalkozó munkájában az iszkaszentgyörgyi bauxitból hidrargillitet, böhmitet, kloritot, pirit, goethit és hidrogoethit elmállásából származó limonitot, továbbá helyenként összefolyt ehrenwertitet és hidro-hematitot ismertetett.” Az idézett munka egy Vadász-cetli szerint a „Magyar bauxitok vizsgálata” címet viseli.

Dittler prof. Balló Rudolf vegyésznek (később egyetemi tanár) írott 1931. évi magánlevelében említi a gánti bauxit magas radioaktivitását. A mérések kezdeményezését Vadász E. Méhes K. Üledékes kőzeteink radiológiai vizsgálata. I. Bauxitok c. cikkéhez (Földt. Közl. 1951.) írott szerkesztői lábjegyzetében magáénak vallja. Gedeonnak egy Vadászhoz írott leveléből az tűnik ki, hogy a mintákat Gedeon gyűjtötte, s küldte meg Dittlernek.

### Ásványhatározások

Az ásványok meghatározása-nevesítése alapvetően a vegyvizsgálati adatok alapján történt. Bizonyos esetekben a mikroszkópi vizsgálat is segített, pl. a már említett apatit esetében. Az ásványok meghatározása általában akkor vált szükségessé, ha azok a kőzet jól látható másságát, vagy a timfölddé való feldolgozási folyamat valamilyen nehézségét okozták.

**Bauxitásványok:** A gibbsit-hidrargillit és a diaspor megkülönböztetése izzítási veszteségük jelentős különbsége folytán már a labormunkálatok korai időszakában „rutin” tevékenység volt. A negyvenes évekből van adat a bauxitásványok termális lebomlási folyamatának, mint ásványdiagnosztikai paraméternek figyelembevételére. A böhmít fölismerése pedig jóval később és először csak a röntgendiffrakciós vizsgálatok révén vált lehetővé. A laborbéli meghatározás ténye néhány esetben „tetten érhető”, az elemzési bizonylatra ui. Gedeon vagy más ráírta az ásványnevet. A bihari hidrargillitektől (Szádeczky) eltekintve Kormos isztriai fsz-i mintáin végzett vizsgálatok nyomán vált ismertté a hidrargillit jelenléte, az egyik kis telep szürke bauxitjában. Kormos „Hydrargillit és kénes bauxit Isztriában” c. cikkében megjegyzi: „...Magyarország dunántúli részének bauxittelpeiben sem akadtam sehol hidrargillit nyomára.” S rámutat, hogy „...pirites bauxit ...közelében rendszerint hidrargillit is mutatkozik.” A rendsze-

<sup>67</sup> A kéziratnak „Bauxitok szklerométeres vizsgálata 1938-45 között” címet adtam. A vizsgálatokat „Vizer Vilmos (...) megbízásából”, dr. Vadász Elemér által küldött 23 db különféle földrajzi helyzetű és földtani korú bauxitból végezte.

<sup>68</sup> /1897-1975/ premontrai szerzetes, tanár, a Földtani Közönyben is publikált kristályfizikai témákban, köztük Sztróky Kálmánnal.

<sup>69</sup> A gödöllői premontrai perjellel 2002-ben folytatott telefonbeszélgetésen megtudtam, hogy az „ötvenes években” a rendet fölsozlatták, papírjait elégették. Így talán sose tudunk fenti kérdésekre válaszolni. (hacsak a Sztróky-hagyatékban erre nem találunk valamit!)

<sup>70</sup> Vadász Bauxitföldtana (1953) a Keménység c. fejezetében ezt írja: „Balyi K. keménység-mérővel végzett vizsgálatai nagyon változó értékeket adtak, ami a kőzet nem-egyenmő (inhomogén) voltára vezethető vissza.” Irodalomjegyzékében azonban neve nem szerepel, miként a későbbi szerzőknél sem találjuk nevét.

<sup>71</sup> akiről a böhmitet elnevezték.

<sup>72</sup> Dittler, E., 1930. Die Bauxitlagerstätte von Gánt in Westungarn. (Berg- und Hüttenmännisch. Jahrb., 78. Wien, 45-51)

<sup>73</sup> Nyilván ő a Náray-Szabóék írásában is szereplő Roth.

<sup>74</sup> Dittler E. bécsi professzor, 1930. „Die Bauxitlagerstätte von Gánt in Westungarn. (Berg- und Hüttenmännisches Jahrbuch, 78. 2.)”

<sup>75</sup> Vendel M., 1953 Adatok az allitos agyag-ásványok tömegviszonyának megállapításához kapcsolatban az iszkaszentgyörgyi bauxit ásványtani vizsgálatával. (MTA Műsz. Tud. O. Közl. 5.)



rint szó arról tanúskodik, hogy több különböző helyről való mintát vizsgáltatott. Gedeon T. 1933-34-ben ad hírt a sümegi hidrargillitekről. Vadász egy 1935. évi írásában megjegyzi: „dunántúli bauxit előfordulásokban eddig sehol sem ismerünk hidrargillitet.” A tatabányai X. akna 18. szintjéről való, igen jó minőségű bauxitok esetén azok hidrargillites voltát a bauxit-degradáció egyik lépésének (az eocén-eleji édesvízi medencében végbe ment bomlási folyamatok eredményének) tekinti.

**Szulfátásványok:** Létüket már György A. említette, de a gánti bauxit alapján véve mentes volt ezektől, így további hazai megismerésük később következett be. 1938 nyarán a sümegi IX. sz. akna 4,5 méteréből került a laboratóriumba olyan minta, amely „föltűnően nagy (41,8%) izzítási veszteséget mutatott”. Akkor nem határozták meg (a mintát eltették), majd Gedeon vizsgálatai nyomán (1946) alumnitnak bizonyult. Említeni kell egy 1942-43. évi érdekes történetet. „Az iszcaszentgyörgyi bauxittelép (József I.) művelése folyamán sok érdekes geológiai vonatkozású anyag került a felszínre. Különös figyelmet keltettek egyes, a bauxittestben többszerűen elkülönült alakulatok, amelyekre Graul műszaki vezérigazgató úr hívta fel geológusaink figyelmét” – olvashatjuk Gedeon jelentésében<sup>76</sup>. A jelentés másolatára Vadász több megjegyzést írt. Egyet idézek: „Úgy a szulfáttartalom, mint különösen az alunit jelenléte a bauxitban, teljesen újszerű jelenség volna, mely a bauxitkeletkezés sok tekintetben még tisztázatlan kérdéseit is új megvilágításba helyezné.” Ezek szerint ekkortájt már valóban ismerte Ansheles 1927. évi cikkét, amit az 1946-os (1944 januárjában lezárt) kismonográfiájában<sup>77</sup> idézett. Vadász feltételes módjából következik, hogy nem egészen hisz a vizsgálati jelentés következtetéseinek. Mindazonáltal az 1943. évi, később alapvetőnek tartott cikkében, mint újdonságot leközli azokat. Ennek az „ügynek” a folyományaként tudjuk, hogy a MÁK Felsőgallai Cementgyár Laboratóriuma is része volt (időnként?) a Bauxit Trust anyagvizsgálati tevékenységének. De lehet, hogy Vadász bizalmatlanságból oda is leadta vizsgálatra. A ránk maradt 1942. december 31-i MÁK-labor jelentés úgy is értelmezhető, mint amely megerősítette az iszcaszentgyörgyi „alunit” alunit voltát. A mintáról ezt írja: „Bauxit-ércben zárványszerű timsókó”, beérkezett „a közp. ig.-tól 1942. XI. 26.” Megjegyzésként: „Gedeon szerint SO<sub>3</sub> meghatározás jó. Az Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> sok.” Az elemzést végezte: Velno....?, másik aláíró Nagy B/F?

**Karbonátok:** Mésző- és dolomittörmelék viszonylag gyakran volt lelhető a bauxitban. A Ca/Mg elemzések alapján biztosan diagnosztizálhatók voltak. A mesterberek (ma – nem egész pontosan – nagyegyházainak mondjuk) területen mélyített MÁK fúrások egyikében

mutatta ki a laborvizsgálat bauxithoz kapcsolódó sziderit jelenlétét. Erről Vadász ad hírt „Eocén kérdések” (1943) cikkében.

**Klorit:** Egy 1942-2-10. dátumú analízisjegyzéken kézírásos jegyzetet találunk: „Nagy-harsány ? (zöld minta)”. A jegyzéken Vadász Elemér neve, nyilván ő kérte a vizsgálatot. Az elemzési adatok alatt: a „ferri-Al-Mg-hidroszilikát” „Chlorit” megjegyzést találjuk, Gedeon T. kézjeggyével. Összetétele: Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 25,81%; SiO<sub>2</sub> 40,72%; FeO 6,21%; TiO<sub>2</sub> 0,2%; izz. vesz. 10,52%; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> semmi; CaCO<sub>3</sub> 11,42%; MgCO<sub>3</sub> 3,38%; MgO<sup>kőből</sup> 1,62% stb. Sejtésem szerint a vizsgált anyag valószínűleg chamozit, azidőtájt ui. a kloritféleségek közé sorolták a chamozitot, tehát a „chlorit” meghatározás korrekt.

### A Magyar Bauxitbánya Rt. labortevékenysége

Ajtai Z. 1941. dec. 30-i jelentése szerint alsóperei „üzemünknel is (sic! T.Á.) modernül berendezett laboratóriumunk van”. 1941. évi cikkében<sup>78</sup> ezt találjuk: „A (nyirádi) üzem ércvizsgálatait saját laboratóriumában végzi, mely egy vegyész és négy segéderővel dolgozik, s fel van szerelve a bauxittal kapcsolatos összes vizsgálatokra.” 1943-tól a labor csak Si-meghatározást végez, ui. ez időtől Ajka-Tósokberénden labort<sup>79</sup> hoztak létre. Timföld-kihozatali, vanádium-, berillium-vizsgálati adatokra hivatkozik az ötalkotósokon kívül. A nagyharsányi üzem kapcsán nem említ labort, de fentiek szerint ott is valószínűsíthető. A nagyharsányi bauxit minőségéről sajnos csak a földtani intézeti, illetve az üzemet meglátogatók mintáinak Aluérc-labor vizsgálata alapján van képünk.

### A Bakonyi Bauxit Kft. labortevékenysége

1943-ban „mivel a (szőci Félix-bányából termelt) minőség nem kielégítő, ezért Devecserben laboratóriumot is létesítettek”<sup>80</sup>. Ennél több adatra rálelnem nem sikerült.

### A k. m. Földtani Intézetben folyt vizsgálatok

#### Kémiai vizsgálatok

1922-től a Földtani Intézet a hazai „bauxitélet” szinte állandó szereplője lesz. 1922-ben gr. Esterházy Pál erdészeti igazgatósága (Bakonyszentlászló) számára, illetve gr. Hadik János megkeresésére<sup>81</sup> végeztek bauxit-elemzést<sup>82</sup>. A gánti kutatások második, az Anyagvizsgáló Társaság irányította szakaszában született mintákat az intézeti laboratóriumban Emszt Kálmán elemezte. A harsányhegyi kutatások Rakusz Gy. irányította szakaszá-

<sup>76</sup> Gedeon T., 1942. Iszcaszentgyörgyi bauxitok szulfáttartalma, kvarctartalma, vanádium-tartalma. Aluérc-labor. MGSZ Ter 4998.

<sup>77</sup> Ansheles bauxitkeletkezési teóriáját ekképp interpretálja: „Piritoxidáció során keletkező kénsav elbontja az agyagot s alumíniumszulfát keletkezik, amelyből mész közvetítésével az alumíniumhidroxid kicsapódik.”

<sup>78</sup> Ajtai Z., E., 1941. A Magyar Bauxitbánya Részvénytársaság alumíniumérc bányászata. (BKL 74., 12)

<sup>79</sup> Ez később Maszobal-laborként működött.

<sup>80</sup> Gádori V., Szepeshegyi I. red. (Fazekas J., Farkas Sné, Gádori V., Jenet M., Lehoczky P., Pataki Attila, Pintér I., Szepeshegyi I.) Bauxitbányászat a Bakonyban. 1987. Tápolca, p 1-264. Bauxitbányászat a Bakonyban.

<sup>81</sup> Hadiknak a Gömör-tornai karsztvidéken voltak birtokai, tehát nyilván itteni bauxitküllemű mintákat vizsgáltatott.

<sup>82</sup> (FI ÉJ 1920-23-ról, 1925).

ban (1930) 1931. évi jelentéséhez 58 elemzés készült. Az elemzéseket *Emszt K.* irányította, s abban részt vett *Finály István* és *Szelényi Tibor* is. A változatos helyekről befutó mintákat később *Kárpáti Jenő* laborvezető (kísérletügyi igazgató), illetve – pl. *Lóczy Lajos* 1935. évi Nézsai környéki „vasérc” mintáit, amelyek bauxitnak bizonyultak – *Csajághy Gábor* elemezte. Kiemelésre méltó bauxit-kultúrtörténeti emlék telegdi *Róth K.* nagyharsányi fölfedezésekor az intézetben készült elemzési adatsor megmaradt jegyzőkönyve.

Ekkor már külső ellenőrző elemzések készítésével is megbízzák a labort. Egy 1936. szept. 12-i dokumentum pl. „Hungária” részére<sup>83</sup> végzett ellenőrző elemzéseket tartalmaz. A mintákat római számmal jelölték, s a gépelt szövegen kézírás adja a minták azonosítását. A Magyar Bányaművelő Rt. nagyharsányi föltárásaiból vett minták elemzési sorai, melyek 1936-ból maradtak ránk, arra engednek következtetni, hogy a Magyar Bányaművelő Rt.-nek akkor még nem volt saját laboratóriuma.

A Földtani Intézet igazgatója, *iff. Lóczy Lajos*, 1935-ben javaslatot<sup>84</sup> tesz az illetékes minisztérium felé, miszerint a Földtani Intézet legyen a magyar bauxitexport minőségi ellenőre, azaz a minősítő vizsgálatok az intézeti laborban készüljenek.

Az említett berillium-történet második része 1937-ben a Földtani Intézetben folytatódik: ekkor jelenik meg *Szelényi T.* vegyészmérnök írása.<sup>85</sup> Az intézet vezetésének – mint írja – „bölcs előrelátása és a minisztériumok bőkezűsége folytán” föllállított Qu-24 kvarcspektrográffal végzett vizsgálatai eredményét mutatja be. 52 db, megadott lelőhelyű (gánti, eplényi, bihari és „dél-szláv” – az Alumíniumipar és Bánya Rt.-től kapott<sup>86</sup>) bauxitminta BeO-tartalmát<sup>87</sup> határozta meg.

#### Fajsúly-vizsgálat

Rakusz 1931. évi jelentése a nagyharsányi bauxit fajsúlyát 2,955 és 3,218 értékben adja meg, feltehetően a Földtani Intézet laboratóriumában végzett vizsgálat alapján.

#### Ásványtani, kőzettani vizsgálat

*Teleki Géza gr.* a Spalato környéki Zagorje-fennsík bauxitjairól adott ismertetésében<sup>88</sup> olyan leírását adja az ásványtani viszonyoknak, amelyből arra következtethe-

tünk, hogy MIKROSZKÓPOS vizsgálatokat is végzett, például sósavas kezelés utánit /tehát maratásost/ is. A kaluni bauxitról írja: „Kvarc alig lelhető fel a mikroszkóp lencséje alatt, viszont igen szép zirkonkristályok láthatók, turmalin, rutil, disthen és periklas is előfordul benne. A bauxit főtömegét a sporogelit adja.” Egy másik előfordulásról azt írja: „Bemosott voltára tekintettel sok benne a kvarc.”

A háború után az intézetben megkezdődtek az ún. bauxitkataszteri vizsgálatok, amelyek később átkerültek az alumíniumipar kezelésébe. A ténylegesen elvégzett vizsgálatok-kutatások milyenségéről roppant kevés információ van.

#### A József Nádor Műegyetemen végzett vizsgálatok

Kormos 1927. márc. 24-i jelentése szerint a m. kir. József Nádor Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem elemezte a Salgó (Salgótarjáni Kőszénbányák) iszkaszentszentgyörgyi zártkutatmányi területein „harántolt bauxitszerű üledéket”.

*Náray-Szabó*<sup>89</sup> és *Neugebauer*<sup>90</sup> írásából<sup>91</sup> tudjuk, hogy – annak fölismerését követően, hogy a különböző görög bauxitok föltárhatóságában tapasztalt különbségek ásványtani összetételük másságára vezethető vissza – bizonyos *A. Roth* (1938) többek között magyar bauxitokat is röntgenvizsgálatnak vetett alá. „Magyar bauxitjainkat *Roth* munkája<sup>92</sup> csak röviden érinti, ezért érdemesnek látszott közelebbről megvizsgálni őket. Tíz különböző eredetű magyar bauxitmintát vizsgáltunk meg, és eredményeink több tekintetben lényegesen messzebbmenő következtetéseket tesznek lehetővé mint a fenti szerzők munkái.” *Nárayék* két gánti (ebből egyik fehér nagy kovasavtartalmú), egy iszkaszentszentgyörgyi, két nagyharsányi, egy bihari, egy óbarok-vázsonypusztai és egy nézsai bauxitmintát vizsgáltak meg. „A vizsgálatokat a Bauxit Ipar Rt. anyagilag támogatta, a mintákat *Gedeon T.* igazgató biztosította” – írják. Lehet, hogy a vizsgálatokat a Bauxit Ipar Rt. „nemcsak” támogatta, de kezdeményezte<sup>93</sup> is. A bauxitban gibbsitet, böhmitet, diaszpórt, kaolinitet, hematitot és kevés kvarcot mutattak ki.

A bauxit vasásványainak meghatározása céljából Györki<sup>94</sup> dehidratációs vizsgálatokat<sup>95</sup> végzett. Eredményei azonban bizonytalanul értékelhetőnek bizonyultak.

<sup>83</sup> Nyilván Hungária Vegyiművek, Budapest.

<sup>84</sup> Lóczy L., 1935. A magyar bauxit jövője /beadvány az iparügyi miniszterhez (1935. aug. 30.)/.

<sup>85</sup> Szelényi T., 1937. Bauxitok berillium-tartalmának szinképanalytikai meghatározása, MTA Mat. és Term.tud. Ért. 56.

<sup>86</sup> Ue. cég volt a röntgendiffrakciós vizsgálatok finanszírozója is. Lehet, hogy ezek a vizsgálatok is, mai kifejezéssel bér munkában készültek a Földtani Intézetben.

<sup>87</sup> Tudománytörténeti érdekességeként említem – írása alapján –, hogy Goldschmidtnek és Petersnek 1932-ben megjelent „Be-geokémiája” a Gedeon által meghatározott értéket magasnak találta. Schneiderhöhn (a kiváló ércgeológus) is meghatározta egy magyarországi átlagminta BeO-tartalmát. A vizsgált minta helyét, eredetét nem ismerjük.

<sup>88</sup> Teleki G., 1940. A Zagorje-fennsík bauxitja. Földtani Intézet Évkönyve XXXV. kötet 1. füzet.

<sup>89</sup> Náray-Szabó István vegyész a Nobel-díjas Bragg tanítványa, közvetlen munka- és szerzőtársa. A kriolit kristályszerkezetének meghatározója.

<sup>90</sup> Személyéről mindössze ennyit sikerült kiderítenem: (1920- ? ) okl. vegyész, s egy időben a Tungsram-gyámmal dolgozott.

<sup>91</sup> Náray-Szabó I.-Neugebauer J., 1944. Magyar bauxitok röntgenvizsgálata. A m. kir. József Nádor Műegyetem kémiai fizikai intézetének közleménye. in Technika 1944. 25.

<sup>92</sup> Sem a Roth-dolgozatot, sem további rá való hivatkozást nem leltem.

<sup>93</sup> Neugebauer Jenőnek egy másik írása /1944. A nézsai bauxit nehéz feltárhatóságának magyarázata kristallo-gráfiai vizsgálat alapján. (Magyar Chemiai Folyóirat 50./) a diaszpóros bauxit földolgozási kérdéseiről szól, ebből arra lehet következtetni, hogy a támogató intézmény szakembere volt.

<sup>94</sup> Györki J., 1931. Dehidratációs kísérletek bauxitokkal és bauxitásványokkal. (Földtani Közlöny. 61)

<sup>95</sup> Györki J., 1931. Dehidratációs kísérletek bauxitokkal és bauxitásványokkal. (Földtani Közlöny. 61)

A Gedeon által említett, Szarvasy professzor által irányított mágneses szeparációs vizsgálatokat lásd írásunkban fentebb.

### A báró Eötvös Loránd Geofizikai Intézetben végzett vizsgálatok

Pekár Dezső<sup>96</sup> valószínűleg 1932-ben, bauxitkutatási célú<sup>97</sup> laboratóriumi mágneses szuszceptibilitási vizsgálatokat<sup>98</sup> végzett gánti bauxitmintákon. Az átlagos szuszceptibilitás 45.10-6 CGS-nek adódott. Megállapítja<sup>99</sup>, hogy „a bauxitok, dacára a nagy vastartalomnak, a kevésbé mágnesezhető anyagok közé tartoznak. A vas ugyanis olyan vegyületek alakjában fordul elő bennük, amelyek ugyancsak kis mértékben mágnesesek. Éppen ezért csak a kellő pontossággal végzett földmágneses mérések alapján várhatjuk a bauxitok kimutatását.”

### Egyéb helyen végzett vizsgálatok

Vadász iratai között maradtak ránk az 1922-23. években elszállított bihari bauxitok elemzési adatai (19 db), azzal a megjegyzéssel, hogy azok *Gansl Dezső* vegyészmérnöktől származnak. Valószínűsíthető, hogy ő az elemző. De nem tudjuk, milyen laborban készültek. *Györki József* vegyészmérnök, később egyetemi tanár végezte – valószínűleg magánlaborjában – *Vitális I.* alsó-perei bauxitjainak ellenőrző vegyelemzését 1936-ban. Vitális őt a „bauxit elemzésben specialistának” nevezi. A CaO és MgO értékeket azonban „bevallottan” beleszámolták az  $Al_2O_3$  értékbe. A Budavideki Kőszénbánya Rt. brüsszeli központi laboratóriuma is elemzett<sup>100</sup> egy, a Pilisvörösvár-Solymári szénmedencék Lipót aknájában gyűjtött, bauxitküllemű (de sajnos nem bauxit minőségű) anyagot. Sem a minta gyűjtője, sem az elemzés időpontja nem ismert.

*Telegdi Roth* „A Vértességyesi bauxittelepei” szakvéleményében írja: „A gánti bauxit megmért<sup>101</sup> *fajsúly* 2.198.” A vizsgálat helyét, végzőjét nem ismerjük, lehetséges, hogy debreceni intézetében *Telegdi Roth* maga volt.

### A vizsgálati adatok kiértékelése<sup>102</sup>

Alábbiakban lényegében a Bauxit Trust laboratóriumaiban folyt vizsgálatok földtani értékeléséről szólunk. A többi labor ilyen irányú tevékenységéről – a Földtani

Intézetét, a Műegyetemét kivéve – lényegében nem tudunk semmit. A laborok a már említett „Elemzési bizonylatok” mellett több oldalas jelentésekben foglalták össze az egy-egy kitűzött feladat megoldása során született eredményeket. Ezek közül csak néhány maradt az utókorra, hogy több volt, azt egyértelműen bizonyítják a belső utalások. Az 1948. febr. 7-i jelentés táblázatban foglalja össze a meleges, harasztosi, Óbarok-vázsonypusztai, sümegi, halimbai, illetve Ajka Ármin-aknai különböző bauxitfajták „normál” vegyi összetételét, szabad kvarc- és króm-, vanádium-, illetve mangántartalmát. Az értékelések közé tartoznak az előadások, publikációk is.

Jószérivel csak *Gedeon Tihamér* nevével találkozunk a labor dolgozók közül. Ez több okra is visszavezethető, amelyek közül valószínűleg az első helyre kerül a Bauxit Trust – s ezen belül a labor – erősen centralizált vezetése. A labor dolgozók későbbi életútja jelzi, hogy kiválóan képzettek voltak, tehát nyilván „benne voltak” a született megállapításokban.

Gedeon már 1932-ben áttekintést adott<sup>103</sup> a főelemek és néhány, ma járulékosnak nevezett elem eloszlásáról. A többször idézett 1948. 02. 17-i laborjelentésben lévő táblázatok tulajdonképpen a magyar bauxit első fő-, illetve nyomelem-geokémiai összehasonlítási lehetőségét alapozhatták volna meg. Az elemkorreláció gondolata is megfogalmazódik, pl. az 1942. febr. 24-i jelentésben<sup>104</sup>: „tekintettel az egész fűrászselvényen végigvonuló magas titántartalomra, megvizsgáltuk abból a célból, hogy megfigyeljük a  $V_2O_5$ -nek és  $MnO_2$ -nek a titántartalommal való változását. ...Mint a táblázatból kitűnik, a  $V_2O_5$ - és  $MnO_2$ -tartalom végig szépen követi a  $TiO_2$ -tartalom csökkenését, a fűrászselvényben lefelé haladva.”

Meg kell említeni egy *Gedeon T., Kolos A.-né, Tasnádiné (Széki P.), Mázor L.* nevével fémjelzett, Gedeon által idézett, de általam föl nem lett jelentés címet: „Az iszkaszentgyörgyi bauxit monográfiája” (1941. jan. 17.). A monográfia megnevezés nagyobb terjedelemre utal.

### Megemlékezés, végszó

A Bauxit Trust vizsgálataiban<sup>105</sup> részt vettek neveinek egy részét sikerült azonosítanom. A Kovács-Nemes-Örsi könyv<sup>106</sup> *Gedeon Tihaméron* kívül gánti labor-

<sup>96</sup> Eötvös Loránd tanítványa, a br. Eötvös Loránd Geofizikai Intézet névadó igazgatója Eötvös halála után.

<sup>97</sup> A szövegből kitűnik, hogy a vizsgálatokat a Bauxit Trust legalábbis a minták biztosításával támogatta.

<sup>98</sup> Egy korábbi írásomban azzal a feltételezéssel éltem, hogy már Eötvös Loránd is végezhetett ilyen vizsgálatot, veje ui. wocheini bauxitot ajándékozott a Földtani Intézetnek, feltehetően neki is, s az időtájt már végzett paleo-mágneses vizsgálatokat is.

<sup>99</sup> Pekár D., 1937. Bauxitok kimutatása földmágneses mérésekkel. (Mat. és Term. tud. Ért. 56.)

<sup>100</sup> Takács E., 1936. Pilisvörösvár, Pilisszentiván és Solymár barnaszén telepeinek földtani viszonyai. (bölcsész-dokt. ért. Földtani Szemle melléklete).

<sup>101</sup> Nem tudjuk, ki és hol mérte. Föltételezhető, hogy Telegdi saját mérése. 1926. okt-i, gánti jelentésében Vadász is 2,2 „megállapított fajsúlyal” számol.

<sup>102</sup> Az ásványmeghatározás fejezetben írottak is természetesen beletartoznak a vizsgálatok kiértékelése folyamatába, de szövegi különválasztásukat nem tartottam indokoltnak.

<sup>103</sup> Gedeon T., 1932. A gánti bauxit vegyi alkatáról. Előadás a Term.tud. Társ. Chemiai Szako. 1932. máj. 31-i ülésén.

<sup>104</sup> Óbarok-vázsonypusztai bauxitok vizsgálata (dr. Kolosné).

<sup>105</sup> A Bauxit Trust anyagvizsgálati tevékenysége főleg Gedeon neve alatt volt idézve. Illik, hogy a többi, föllet nevet is megjelenítsük.

<sup>106</sup> Kovács J., Nemes V., Örsi A., 1976. Bauxitbányászat Fejér megyében 1926-1976. (Kincsesbánya, 1976)



vezetőkként említi *Tetőleni Pétert* és *Környei Józsefet*; vegyész mérnöként pedig *Bartha Lajost*, *Rubinstein Zoltánt*, *Stern Jenőt*. A gépiratos dokumentumokban véletlenszerűen ránk maradt és kiolvasható további nevek (aligha a teljesség): *Terebesi ?*, *Kolos A.-né*, *Mázor László*, *Tasnádiné Széki Pálma*, *Rubinyi Zoltán*, *Gerő Ödön*, *Erdélyi Guido*. Nevezettek vegyészek, illetve vegyész mérnökök. Egy 1927. évi fajsúlymérési cédula *Incze György* fővegyész nevét őrzi. A későbbi években tisztas tudományos és/vagy vezetői pályát futottak be.

Az idén 110 éve született *Gedeon Tihamérról* el kell mondani, hogy ereiben geológusvér is folyt. Ha kellett, maga gyűjtött mintákat, akár pl. a József altáró szállítóvágatában is. S írt geológiai tárgyú cikkeket. Viszonyát *Vadász Elemérrel* valahogy így jellemezhetem: olyan, mint *Eötvös Lorándé* és *Süss Nándoré*, azaz szimbiotikus.

Végül legyen szabad egy – azt hiszem – kortalannak és személytelennek is tekinthető panaszt idéznem.

*Vadász Elemér*, a MÁK geológusa, a Bauxit Tröszt esetenkénti szakértője, későbbi akadémikus, kétszeres Kossuth-díjas így ír 1930. jan. 12-i, valószínűleg a MÁK vezetői számára írott tájékoztatójában.<sup>107</sup> A termelés során nyert „adatokba sohasem volt alkalmunk betekinteni ... (pedig) a szabálytalan eloszlás és látszólag minden rendszer nélkül változó jellege szükségessé tette volna a gánti üzemben lévő sok feltárás és elemzési adat komoly tudományos összesítését is. Ezt a munkát mindaddig elhanyagolták, noha véleményem szerint a jövő feltárások s különösen új területek kutatásának minőségi értékeléséhez hasznos gyakorlati megállapításokra vezetett volna. Ez a vizsgálat bizonyos mértékig még utólag is elvégezhető volna, sajnos azonban erre vonatkozó minden kísérletem meghiúsult, mivel a szükséges adatok kiszolgáltatása elől mereven elzárkóztak.” A vizsgálati adatok többsége – mint rendesen – a háború s a „rendszerátalakítások” alatt/után elveszett a tudomány s az utókor örök kárára.

<sup>107</sup> *Vadász E.*, 1930. A magyarországi bauxitkutatások eddigi eredményei s jövő kilátásai.

**TÓTH ÁLMOS** az ELTE geológus szakán végzett 1969-ben. A Bauxitkutató Vállalatnál középszintű kutatásirányítóként szánál több kutatási program, -zárójelentés szerkesztőjeként, társszerzőjeként megismerhette a középhegység szinte minden bauxitelőfordulását. Az „Eocén Program” idején a gerecsei térségben dolgozó cégek bauxit-földtani műszaki ellenőre, 1979-85 között a Földtani Intézet főmunkatársaként a bauxitprognózis-munkák egyik irányítója, majd 1985-1990-ig az Alumíniumipari Tröszt kutatási főgeológusa volt. Rövid geofizikai intézeti ténykedést követően a megalakult Magyar Geológiai Szolgálatnál, majd jogutódjánál, a Magyar Bányászati és Földtani Hivatalnál dolgozott főgeológusként 2007-ig, nyugdíjazásáig. Folyóiratokban, intézményi évi jelentésekben, konferencia- s egyéb kiadványokban közel száz írása jelent meg, köztük számos kutatástörténeti, tudománytörténeti témájú. Több kiadványban szerkesztőként, lektorként működött közre, tudományos konferenciákat szervezett. Mintegy 10 éven át az Országgyűlés Környezetvédelmi Bizottságának szakértője volt. Több szakmai szervezet, bizottság (MTESZ, OMBKE, MFT) munkájában jelenleg is részt vesz.

## Felhívás

### A SZEMÉLYI JÖVEDELEMADÓ EGY SZÁZALÉKÁNAK FELAJÁNLÁSÁRA

Ezúton is megköszönjük mindazok támogatását, akik 2008-ban személyi jövedelemadójuk 1%-a kedvezményezettjének az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesületet jelölték meg.

Kérjük tagjainkat, hogy 2009-ben 2008. évi adóbevallásukkor is válasszák az 1% kedvezményezettjének az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesületet. A befolyó összeget elsősorban hagyományaink ápolására és arra kívánjuk fordítani, hogy nyugdíjas tagtársaink és az egyetemisták folyamatosan megkaphassák a Bányászati és Kohászati Lapokat.

Közhasznú egyesületünket úgy támogathatják, ha az adóbevallási csomagban található

#### RENDELKEZŐ NYILATKOZAT A BEFIZETETT ADÓ EGY SZÁZALÉKÁRÓL

nyomtatványt a következőképp töltik ki:

A kedvezményezett adószáma:

1 9 8 1 5 9 1 2 - 2 - 4 1

A kedvezményezett neve:

**Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület**

Elektronikus adóbevallás esetében a fenti eljárást értelemszerűen kérjük követni.

Kérjük, hogy ajánlják ismerőseiknek, munkatársaiknak, barátaiknak is, hogy adóbevallásukban az OMBKE-t jelöljék meg kedvezményezettnek.

*Az OMBKE választmánya*



# Falinaptár a bányavárosok címereivel

A Montan-Press Kft. a nagy érdeklődésre való tekintettel folytatja a „Bányavárosok címerei” naptársorozatát, a középkori Magyarország városainak címereiből válogatva.

A **2009-es** naptár a következő bányavárosok, ill. bányahelyek címereit tartalmazza:  
*Dobsina, Nyitrabánya, Csetnek, Jolsva, Németlipcse, Stósz, Berzéte, Szepesremete, Nagykürtös, Korompa, Svedlér, Felső-Mecenzéf.*

A naptárlapok olyan méretben és formában készülnek, amelyek egyenként bekeretezve alkalmasak lakások vagy közintézmények díszítésére.

A naptár 12 + 1 lapos, magyar és angol nyelvű felirattal, színes kivitelben készül.

Mérete: A3-as (álló)

Reklámhely: 30 x 5 cm

Megjelenés: 2008 novemberében.

Ára: 100 db-ig **2000 Ft/db**

100-500 db **1800 Ft/db**

500 felett **1600 Ft/db**

A keménykarton hátlaapon  
(reklámhely)

a cég emblémájának szitázása  
színenként 120 Ft,  
szerszámköltség 6000 Ft.



Megrendelés: levélben, faxon, e-mailen és a  
**www.montanpress.hu** weblapon keresztül, folyamatosan.

Szállítás: igény esetén a megrendelő költségére.

Áraink az áfa összegét nem tartalmazzák.



**MONTAN-PRESS Rendezvényszervező, Tanácsadó és Kiadó Kft.**

1027 Budapest, Csalogány u. 3/B, III. 4.

Tel.: (1) 201 8083, Fax: (1) 225 1382

E-mail: [montanpress@t-online.hu](mailto:montanpress@t-online.hu) [www.montanpress.hu](http://www.montanpress.hu)